MARIO LIVIO

Această carte e o desfătare intelectuală pentru orice om curios.
— JEFFREY M. SCHWARTZ

De ce?

CE NE STÂRNEȘTE CURIOZITATEA

ebook HUMANITAS

Astrofizicianul american de origine israeliană Mario Livio (n. 1945, la Bucureşti) a lucrat la Space Telescope Science Institute (care exploatează Telescopul Spaţial Hubble) şi a publicat peste patru sute de articole despre supernove, găuri negre, formarea sistemelor planetare, energia întunecată, apariţia vieţii în univers etc. În paralel cu cercetarea ştiinţifică, Mario Livio a scris mai multe cărţi de popularizare a ştiinţei: *Secţiunea de aur* (pentru care a primit Premiul Peano şi Premiul Internaţional Pitagora), *Ecuaţia care n-a putut fi rezolvată*, *Este Dumnezeu matematician?* (aleasă de *Washington Post* drept una dintre cele mai bune cărţi din 2009) şi *Gafe strălucite*, toate apărute în traducere românească la Humanitas.

MARIO
LIVIO

De ce?

CE NE STÂRNEȘTE CURIOZITATEA

Traducere din engleză
de Carmen Strungaru

Cuprins

Prefață
UNU. Curios
DOI. Mai curios
TREI. Și mai curios
PATRU. Curios în privința curiozității: Lipsa informației
CINCI. Curios în privința curiozității: Dragostea intrinsecă pentru cunoaștere
ȘASE. Curios în privința curiozității: Neuroștiințele
ȘAPTE. Apariția curiozității umane
OPT. Minți curioase
NOUĂ. De ce curiozitate?
Epilog
Note
Bibliografie
Credit foto

Mamei mele

Prefață

Dintotdeauna am fost foarte curios. Pe lângă preocupările mele profesionale, de astrofizician, în descifrarea cosmosului şi a diferitelor fenomene care se petrec în el, mi-am păstrat pasiunea pentru artele vizuale. N-am absolut nici un talent artistic, dar am adunat o bogată colecţie de cărţi de artă. Mai sunt şi consilier ştiinţific al Orchestrei Simfonice din Baltimore (da, există un asemenea post), şi am participat la câteva concerte vorbind despre legăturile dintre ştiinţă şi muzică. Cel mai captivant lucru pentru mine a fost pesemne participarea la crearea *Cantatei Hubble*, o piesă de muzică clasică contemporană a compozitoarei Paola Prestini, însoțită de film şi realitate virtuală, toate inspirate de imaginile captate de Telescopul Spațial Hubble. În plus, într-o rubrică din *Huffington Post* obişnuiesc să reflectez la subiecte din ştiinţă şi artă, precum și la legăturile complexe dintre ele.

Nu-i aşadar de mirare că de multă vreme am fost intrigat de întrebări precum „Ce anume declanşează curiozitatea?“ şi „Ce mecanisme stau la baza curiozităţii şi explorării?“. Cum acestea nu țineau de specialitatea mea, a trebuit să efectuez o imensă muncă de cercetare, să mă consult cu numeroşi psihologi şi neurocercetători, să discut subiectul cu savanţi din diferite discipline şi să intervievez mulți oameni pe care-i consideram excepţional de curioși. Le sunt deci profund îndatorat celor fără de care nu mi-aş fi putut duce la bun sfârşit proiectul. Ar fi greu să le mulţumesc aici tuturor, dar vreau cel puţin să fiu recunoscător unui grup de oameni care m-au inspirat profund şi de la care am aflat o mulțime de lucruri. Le sunt îndatorat lui Paolo Galluzzi, pentru discuţia revelatoare despre Leonardo, şi lui Jonathan Pevsner, pentru informațiile legate de Leonardo şi pentru că mi-a pus la dispoziție imensa lui colecţie de cărţi şi articole despre Leonardo. Agata Rutkowska a fost un minunat ghid în găsirea anumitor desene ale lui Leonardo la Royal Collection Trust. Biblioteca Milton S. Eisenhower de la Universitatea Johns Hopkins mi-a oferit sute de cărţi dintr-un spectru larg de discipline. Jeremy Nathans, Doron Lurie, Garik

Israelian şi Ellen-Thérèse Lamm m-au prezentat unor persoane care mi-au acordat interviuri esenţiale. Le sunt recunoscător lui Joan Feynman, David şi Judith Goodstein şi Virginia Trimble pentru informaţii prețioase, la prima mână, despre Richard Feynman.

Jacqueline Gottlieb, Laura Schulz, Elizabeth Bonawitz, Marieke Jepma, Jordan Litman, Paul Silvia, Celeste Kidd, Adrien Baranes şi Elizabeth Spelke mi-au oferit informaţii valoroase, uneori chiar înainte ca acestea să fie publicate, despre cercetările lor din psihologie şi neuroştiinţe, contribuind la o mai bună înţelegere a naturii curiozităţii. Orice greşeli care ar exista în această carte privind interpretarea rezultatelor lor mi se datorează în exclusivitate. Jonna Kuntsi și Michael Milham mi-au lămurit noțiuni legate de ADHD și posibilele legături dintre aceasta şi curiozitate. Kathryn Asbury a discutat cu mine despre implicaţiile diverselor studii pe gemeni privind natura curiozităţii. Suzana Herculano-Houzel mi-a explicat amănunţit studiile sale inovatoare despre constituenţii creierului în general şi, în particular, despre semnificaţia şi ramificaţiile lor legate de proprietăţile unic umane ale creierului. Noam Saadon-Grossman m-a ajutat să mă descurc prin anatomia creierului. Vreau să-mi exprim recunoştinţa faţă de Freeman Dyson, Story Musgrave, Noam Chomsky, Marilyn vos Savant, Vik Muniz, Martin Rees, Brian May, Fabiola Gianotti şi Jack Horner pentru că mi-au acordat interviuri extraordinar de interesante despre propria lor curiozitate.

În fine, vreau să-i mulţumesc minunatului meu agent Susan Rabiner pentru sfaturile şi încurajările ei neobosite. Îi sunt recunoscător editorului meu Bob Bender pentru citirea atentă a manuscrisului şi pentru comentariile sale pătrunzătoare. Directorul general Johanna Li, graficianul Paul Dippolito, redactorul Phil Metcalf şi întreaga echipă de la Simon & Schuster şi-au demonstrat încă o dată dăruirea şi profesionalismul în editarea acestei cărţi.

Se înțelege de la sine că fără răbdarea şi sprijinul permanent al soţiei mele, Sofie, această carte n-ar fi văzut lumina zilei.

UNU
Curios

Indiferent de dimensiunea lor, unele povestiri pot lăsa impresii de lungă durată. *Povestea unei ore*[1], o foarte scurtă povestire a scriitoarei Kate Chopin din secolul XIX, începe cu o frază surprinzătoare: „Știind că doamna Mallard suferea de inimă, s-au luat toate precauțiile pentru a i se anunța moartea soţului ei.“ Pierderea vieţii şi fragilitatea umană cuprinse într-un singur rând. Aflăm apoi că Richards, cel mai bun prieten al soţului, primise printr-o telegramă confirmarea că numele Brently Mallard apărea pe lista celor uciși într-o catastrofă feroviară.

În povestirea lui Chopin, reacţia imediată a doamnei Mallard e firească. Aflând trista veste de la sora sa Josephine, izbucnește în plâns şi se duce în camera ei, cerând să fie lăsată singură. Însă odată ajunsă acolo, se întâmplă un lucru neaşteptat. După ce a stat nemişcată, suspinând o vreme, cu ochii fixaţi pe un petec de cer, doamna Mallard începe să murmure: „Liberă, liberă, liberă!“ Acest cuvânt e urmat de altele, încă mai exuberante: „Liberă! Liberă cu trup şi suflet!“

Când deschide în sfârşit uşa la insistenţele Josephinei, doamna Mallard apare cu „un licăr triumfător în ochi“. Începe să coboare calm treptele sprijinindu-se de sora ei, în timp ce Richards, prietenul soţului, le aşteaptă jos. Exact în acel moment se aude cum cineva deschide cu cheia uşa de la intrare.

Povestirea lui Chopin nu mai conţine decât opt rânduri. Ne-am putea oare opri aici? Chiar dacă am vrea, probabil că n-am face-o fără să aflăm măcar cine era la uşă. „Puține sunete, iar aici le includ pe toate cele urbane şi rurale, stârnesc mai mult interes decât un ciocănit în uşă“, spunea eseistul englez Charles Lamb.[2] Nu putem rezista forței de atracție a povestirii.

După cum probabil aţi ghicit, cel care intră în casă e într-adevăr Brently Mallard, care se aflase atât de departe de locul accidentului, încât habar n-avea ce s-a întâmplat. Descrierea vie a emoțiilor trăite de temperamentala doamnă Mallard în cursul unei singure ore transformă

drama lui Chopin într-o experienţă fascinantă.

Ultima frază din *Povestea unei ore* este încă şi mai tulburătoare decât prima: „Când au sosit, doctorii au spus că [doamna Mallard] murise din cauza bolii de inimă – a bucuriei care ucide.“ Viaţa lăuntrică a doamnei Mallard rămâne în mare parte un mister pentru noi.

Principalul talent al lui Chopin, după părerea mea, constă în capacitatea de a stârni *curiozitatea* prin aproape fiecare rând pe care-l scrie, chiar şi în pasajele în care aparent nu se întâmplă nimic. Este acea curiozitate care îţi dă fiori pe şira spinării, asemănătoare senzaţiei pe care o simţim când ascultăm o piesă muzicală excepţională. Acestea sunt momentele de suspans intelectual subtil, ingredientul necesar în orice poveste captivantă, lecţie de la şcoală, operă de artă stimulatoare, joc video, campanie publicitară sau chiar simplă conversaţie, pentru a ne fermeca în loc să ne plictisească. Povestea lui Chopin inspiră ceea ce se numeşte *curiozitate empatică*[3]– atitudinea pe care o adoptăm atunci când încercăm să înţelegem dorinţele, experienţele afective şi gândurile protagonistului, iar acţiunile sale ne fac să ne întrebăm întruna „De ce?“.

Alt ingredient folosit cu succes de Chopin este elementul surpriză. E o stratagemă sigură pentru a stârni curiozitatea prin creşterea emoției şi a atenţiei. Neurocercetătorul Joseph LeDoux[4] de la Universitatea din New York şi colegii săi au reuşit să descopere căile din creierul nostru răspunzătoare pentru reacţia de surprindere sau de teamă. Când întâlnim ceva neaşteptat, creierul presupune că trebuie să întreprindă o acţiune, ceea ce duce la activarea rapidă a sistemului nervos simpatic, însoțită de creşterea ritmului cardiac, transpiraţie şi respiraţie adâncă. În acelaşi timp, atenţia se abate de la alţi stimuli nesemnificativi şi se concentrează asupra elementului în cauză. LeDoux a demonstrat că în surprindere şi, mai ales, în răspunsul de teamă sunt activate simultan căi rapide şi lente. Calea rapidă porneşte direct din talamus, care e răspunzător de transmiterea semnalelor senzoriale, spre amigdală, o grupare de nuclei de forma unei migdale, care conferă semnificaţie afectivă şi comandă răspunsul emoţional. Calea lentă implică un ocol amplu de la talamus la amigdală, care trece prin cortexul cerebral, stratul exterior de ţesut neural care joacă un rol-cheie în memorie şi gândire. Această cale indirectă permite evaluarea mai amănunţită, conştientă a stimulului şi elaborarea unui răspuns atent gândit.

Există mai multe „tipuri“ de curiozitate care te stârnesc să afli mai mult. Psihologul canadian Daniel Berlyne[5] a cartografiat curiozitatea de-a lungul a două dimensiuni sau axe: una care se întinde de la curiozitatea perceptivă la cea epistemică, cealaltă care se întinde de la curiozitatea specifică la cea difuză. *Curiozitatea perceptivă* e generată de situaţii extreme, de stimuli noi, ambigui sau derutanți, şi declanșează explorarea vizuală – să ne gândim, de pildă, la reacţia unor copii asiatici dintr-un sat izolat care văd pentru prima oară un european. De obicei, curiozitatea perceptivă scade odată cu expunerea repetată la stimulul respectiv. Opusă curiozităţii perceptive în schema lui Berlyne, *curiozitatea epistemică* este veritabila „dorinţă de cunoaştere“, după cum o numea Immanuel Kant. Această curiozitate a fost principala forță motrice a tuturor cercetărilor ştiinţifice fundamentale şi investigațiilor filozofice, reprezentând pesemne imboldul pentru primele căutări spirituale. Filozoful Thomas Hobbes din secolul XVII o numea „concupiscenţă a minţii“, adăugând că „prin stăruința unei voluptăți în generarea continuă şi neobosită a cunoașterii“ depăşeşte „scurta impetuozitate a plăcerii carnale“,[1] cufundarea în ea făcându-te s-o doreşti şi mai mult.[6] Hobbes considera această „dorinţă de a cunoaşte «de ce»“ trăsătura care deosebeşte omul de toate celelalte ființe. Într-adevăr, după cum vom vedea în capitolul 7, aptitudinea unică de a ne întreba „de ce?“ a făcut din specia noastră ceea ce este ea astăzi. La curiozitatea epistemică se referea Einstein scriind unuia dintre biografii săi: „N-am înzestrări ieşite din comun, sunt doar un curios pasionat.“[7]

Pentru Berlyne, curiozitatea *specifică* reflectă interesul pentru o anumită informaţie, ca în încercările de a rezolva cuvinte încrucişate sau de a-ţi aminti numele unui film văzut săptămâna trecută. Curiozitatea specifică îi poate îndemna pe cercetători să investigheze anumite probleme pentru a le înţelege mai bine şi a găsi posibile soluţii. În fine, *curiozitatea difuză* se referă la dorinţa neobosită de a explora şi a căuta noi stimuli pentru evitarea plictiselii. Astăzi, acest tip de curiozitate se poate manifesta prin verificarea permanentă a mesajelor sau e-mailurilor, ori prin aşteptarea nerăbdătoare a apariţiei unui nou model de telefon inteligent. Uneori, curiozitatea difuză poate conduce la curiozitate specifică, un interes specific fiind stimulat de căutarea noutăţii.

Deşi distingerea diferitelor tipuri de curiozitate de către Berlyne s-a

dovedit extrem de utilă în multe studii psihologice, aceste tipuri trebuie considerate doar la nivel orientativ până când vom ajunge la o înţelegere mai cuprinzătoare a mecanismelor ce stau la baza curiozităţii. Au fost propuse şi alte tipuri de curiozitate, cum ar fi curiozitatea empatică, menţionată anterior, care nu se încadrează în categoriile lui Berlyne. Există, de pildă, curiozitatea *morbidă*[8], definită prin comportamentul de „gură-cască“: ea îi îndeamnă invariabil pe şoferi să încetinească pentru a privi locul unui accident de pe autostradă, şi îi adună pe oameni acolo unde s-a petrecut un omor violent sau e un incendiu. Este genul de curiozitate care a generat un număr imens de vizualizări pe Google a acelui video sinistru cu decapitarea muncitorului britanic Ken Bigley în Irak, în 2004.

Pe lângă diversele tipuri posibile, există şi diferite niveluri de intensitate care pot fi asociate fiecărui gen de curiozitate. Uneori un crâmpei de informaţie e suficient pentru a satisface curiozitatea, aşa cum se întâmplă în cazul curiozităţii specifice: Cine a spus „Injustiţia de oriunde este o ameninţare la adresa justiţiei de pretutindeni“? Alteori curiozitatea te poate antrena într-o pasionantă călătorie de-o viaţă, aşa cum se întâmplă când curiozitatea epistemică declanşează cercetarea ştiinţifică: „Cum a apărut şi a evoluat viaţa pe Pământ?“ Există de asemenea certe diferenţe individuale – cât de frecvent apare curiozitatea, nivelul ei de intensitate, timpul pe care eşti dispus să-l acorzi explorării şi, în general, predispoziţia şi preferinţa pentru experienţe noi. O sticlă veche eşuată pe malul insulei Amrum din Marea Nordului poate însemna pentru cineva doar un simbol al poluării. Pentru altcineva, aceeaşi sticlă poate fi ocazia de a arunca o privire asupra unui trecut fascinant. Un mesaj găsit în aprilie 2015 s-a dovedit că data de pe la 1904-1906 – cel mai vechi mesaj dintr-o sticlă.[9] Era legat de un experiment care studia curenţii oceanici.

În mod asemănător, Ed Shevlin, un muncitor de la serviciul de salubritate din New York, care colecta gunoaie cinci zile pe săptămână, s-a pasionat într-atât de limba gaelică vorbită în Irlanda, încât s-a înscris la un masterat de studii irlandeze al Universităţii din New York.[10]

Cu vreo două decenii în urmă, un eveniment astronomic rar a ilustrat spectaculos felul în care diferitele tipuri de curiozitate presupus distincte, cum ar fi curiozitatea trezită de noutate şi cea reprezentând setea de cunoaştere, se pot combina şi stimula reciproc pentru a da

naştere unei atracţii irezistibile. În martie 1993, o cometă necunoscută până atunci a fost zărită rotindu-se în jurul planetei Jupiter. Descoperitorii erau astronomi vânători de comete, soţii Carolyn şi Eugene Shoemaker şi David Levy. Cum era a noua cometă periodică identificată de această echipă, obiectul a fost numit Shoemaker-Levy 9.[11] O analiză detaliată a orbitei sugera că acea cometă fusese probabil capturată de gravitaţia lui Jupiter cu câteva decenii în urmă, iar în momentul apropierii catastrofale din 1992 cometa s-a fragmentat din cauza forţelor mareice (de întindere). Figura 1 prezintă o imagine luată de Telescopul Spațial Hubble în mai 1994, înfățișând fragmentele care continuau traseul fostei comete, ca un şirag de perle strălucitoare.

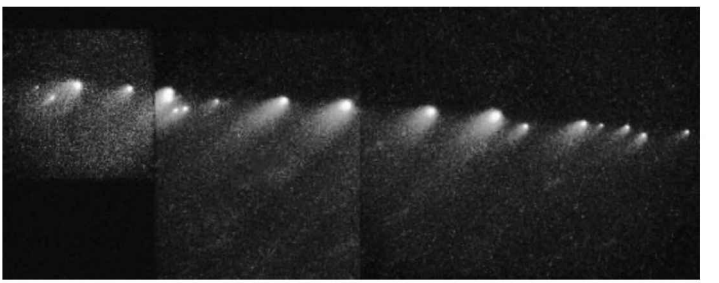


Figura 1

Interesul astronomilor, şi nu numai al lor, a crescut atunci când simulările pe calculator au arătat că fragmentele de cometă urmau probabil să se ciocnească de atmosfera lui Jupiter şi să prăbușească în iulie 1994. Astfel de ciocniri sunt relativ rare (deşi un asemenea impact a avut loc pe Pământ cu vreo 66 de milioane de ani în urmă, spre nenorocirea dinozaurilor), nici unul nemaifiind până atunci observat direct. Astronomii din întreaga lume aşteptau cu nerăbdare. Nimeni nu ştia însă dacă efectele impactului vor putea fi văzute de pe Pământ, sau dacă fragmentele vor fi pur şi simplu înghiţite calm de atmosfera gazoasă a lui Jupiter, ca nişte pietricele minuscule într-un lac mare, liniştit.

Impactul primei bucăți de gheaţă se aştepta să aibă loc în seara zilei de 16 iulie 1994, iar aproape toate telescoapele de pe Pământ şi din spaţiu, inclusiv Hubble, erau orientate spre Jupiter. Faptul că un asemenea fenomen astronomic spectaculos rareori poate poate fi

urmărit în timp real (durează mulţi ani până când lumina ajunge pe Pământ de la numeroase obiecte de interes, dar de la Jupiter ajunge doar în vreo jumătate de oră) dădea senzaţia că era un eveniment la care asişti „o dată în viaţă“. Nu-i aşadar de mirare că un grup de oameni de ştiinţă, printre care mă număram şi eu, s-a adunat în jurul ecranului unui computer care urma să transmită imagini de la telescop (figura 2). Ne întrebam cu toţii dacă vom vedea ceva.

Figura 2

Dacă ar trebui să dau un titlu figurii 2, aş şti exact care ar fi: *Curiozitate!* Pentru a simți atracţia contagioasă a curiozităţii n-ai decât să examinezi postura şi expresia de pe chipul oamenilor de știință implicaţi. A doua zi după ce am văzut fotografia mi-am amintit de capodopera pictată de Rembrandt cu aproape patru secole în urmă: *Lecţia de anatomie a doctorului Nicolaes Tulp* (figura 3).[12] Tabloul şi fotografia sunt aproape identice prin modul în care au surprins emoţia curiozităţii pasionate. Mi s-a părut fascinant mai ales faptul că atenţia lui Rembrandt nu e concentrată nici asupra anatomiei cadavrului care e disecat (deşi muşchii şi tendoanele sunt reprezentate cu precizie), nici măcar asupra identității defunctului (un tânăr hoţ pe nume Aris Kindt, spânzurat în 1632), al cărui chip e parţial umbrit. În schimb, pe Rembrandt l-a interesat mai cu seamă să exprime cu acurateţe reacţiile individuale ale medicilor şi învăţăceilor care asistau la lecţie. În centrul

scenei a aşezat curiozitatea.

Figura 3

Puterea curiozităţii se extinde dincolo de posibilele ei utilităţi sau beneficii. Este un imbold de neoprit. Eforturile pe care oamenii le-au depus – de pildă, în explorarea lumii şi în încercarea de a o înţelege – le-au depăşit întotdeauna cu mult pe cele necesare pentru a supravieţui. Se pare că suntem o specie cu o curiozitate insaţiabilă, la unii chiar compulsivă. Neurocercetătorul Irving Biederman de la Universitatea din California de Sud spune că oamenii sunt destinaţi să fie „infovori“, fiinţe care devorează informaţia.[13] Cum altfel putem explica riscurile pe care şi le asumă uneori pentru a-şi satisface curiozitatea? Marele orator şi filozof roman Cicero interpreta călătoria lui Ulise pe lângă insula sirenelor drept un efort de a rezista ispitei curiozităţii epistemice: „Sirenele nu-i opreau din drum pe trecători prin dulceaţa vocilor lor sau prin noutatea şi varietatea cântecelor lor, ci fiindcă declarau că ştiu multe, iar oamenii se agăţau de stâncile lor din dorinţa de a învăţa.“[2]

Filozoful francez Michel Foucault dă o frumoasă descriere a unora dintre caracteristicile inerente ale curiozităţii: „Curiozitatea stârneşte «preocupare»; stârneşte preocuparea pentru ceea ce există şi ceea ce ar putea exista; un simţ acut al realităţii, niciodată însă paralizat în faţa ei; o disponibilitate de a descoperi ce e straniu şi neobişnuit în jurul nostru;

o anumită hotărâre de a te debarasa de modurile obişnuite de gândire, şi de a privi aceleaşi lucruri din alte perspective; o pasiune de a sesiza ce se întâmplă acum şi ce dispare; o lipsă de respect faţă de ierarhiile tradiţionale privind ce e important şi fundamental.“[14]

După cum vom vedea, conform cercetărilor moderne, curiozitatea poate fi esenţială pentru dezvoltarea adecvată a capacităţilor perceptive şi cognitive în copilăria timpurie. Curiozitatea rămâne fără îndoială o forţă puternică pentru exprimarea intelectuală şi creativă mai târziu în viaţă. Înseamnă oare asta că e un produs direct al selecţiei naturale? Dacă da, atunci de ce suntem uneori foarte curioşi chiar şi când e vorba de lucruri aparent banale? De ce încercăm uneori să descifrăm şoaptele unei conversaţii care se desfăşoară la o masă alăturată dintr-un restaurant? De ce ne e mai greu să nu ascultăm pe cineva care vorbeşte la telefon (când auzim numai jumătate din conversaţie), decât să ascultăm doi oameni care vorbesc faţă în faţă? Este curiozitatea pe de-a-ntregul înnăscută, sau învăţăm să devenim curioşi? Invers, oare adulţii îşi pierd curiozitatea din copilărie? A evoluat curiozitatea în cursul celor 3,2 milioane de ani care o separă pe Lucy – fiinţa de tranziţie, aproape umană, ale cărei oase au fost descoperite în Etiopia – de *Homo sapiens*, oamenii moderni? Ce procese psihologice şi ce structuri din creierul nostru sunt implicate în curiozitate? Există vreun model teoretic al curiozităţii? Reprezintă oare unele tulburări ale dezvoltării neuronale, cum ar fi ADHD, curiozitate exacerbată sau accelerată?

Înainte de a pătrunde mai serios în cercetarea ştiinţifică a curiozităţii, am hotărât (mânat de propria-mi curiozitate) să fac un mic ocol pentru a examina mai îndeaproape două personalităţi care, după părerea mea, au avut două dintre cele mai curioase minţi din toate timpurile. Cred că puţini vor contrazice această caracterizare a lui Leonardo da Vinci şi a fizicianului Richard Feynman. Interesul nelimitat al lui Leonardo pentru domenii atât de vaste ale artei, ştiinţei şi tehnologiei face ca el să rămână până în zilele noastre personalitatea exponenţială a Renaşterii. Istoricul de artă Kenneth Clark îl numea pe drept cuvânt „cel mai asiduu curios din istorie“.[15] Geniul şi realizările lui Feynman în numeroase domenii ale fizicii sunt legendare, dar el era în acelaşi timp fascinat de biologie, pictură, spargerea seifurilor, tobele bongo, femei frumoase şi studiul hieroglifelor mayaşe. A devenit cunoscut marelui public ca membru al comisiei care a investigat dezastrul navetei spaţiale

Challenger şi prin cărţile sale de succes pline de anecdote personale. Întrebat care crede că e motorul descoperirilor ştiinţifice, Feynman a răspuns: „Ține de curiozitate, de dorința de a înțelege ce anume provoacă cutare lucru.“[16] Asta ne amintește de atitudinea filozofului francez din secolul XVI Michel de Montaigne, care îşi îndemna cititorii să sondeze misterele din viața de zi cu zi. După cum vom vedea în capitolul 5, experimente făcute pe copii mici au demonstrat că adesea curiozitatea lor e declanşată de dorinţa de a înţelege relaţia dintre cauză şi efect din mediul lor apropiat.

Nu mă aştept ca o cercetare fie şi amănunţită a personalităţilor lui Leonardo şi Feynman să fie neapărat revelatoare pentru natura curiozităţii. Numeroase încercări anterioare de a dezvălui trăsături comune la figuri geniale din istorie au scos la iveală doar o diversitate deconcertantă a condițiilor de viață și trăsăturilor psihologice ale acelor oameni.[17] Să ne gândim, de pildă, la titanii ştiinţei Isaac Newon şi Charles Darwin. Newton se distingea prin talentul său matematic fără egal, în timp ce Darwin, după propriile-i mărturisiri, era slab la matematică. Chiar şi în cadrul unei anumite discipline ştiinţifice spectrul înzestrărilor e divers. Fizicianul Enrico Fermi rezolva probleme foarte dificile la vârsta de 17 ani, în timp ce Einstein s-a dezvoltat ceva mai târziu. Asta nu înseamnă însă că *toate* eforturile de a găsi câteva trăsături comune sunt sortite eşecului. În privinţa creativităţii prodigioase, de exemplu, psihologul Mihaly Csikszentmihalyi de la Universitatea din Chicago a dezvăluit unele tendinţe care par să fie asociate cu persoanele neobişnuit de creative (acestea sunt prezentate pe scurt la sfârşitul capitolului 2).[18] M-am gândit aşadar că merită cercetat dacă la personalitățile fascinante ale lui Leonardo şi Feynman pot fi găsite indicii privind curiozitatea lor neostoită. Esenţial pentru mine a fost faptul că, indiferent dacă Leonardo şi Feynman au avut şi altceva în comun pe lângă curiozitate, ambii s-au remarcat atât de mult prin spiritul lor iscoditor, încât orice încercare de a privi lucrurile din perspectiva lor nu putea fi decât stimulativă. Încep cu Leonardo, care şi-a exprimat pasiunea pentru înţelegere spunând: „Nimic nu poate fi îndrăgit sau detestat dacă nu e mai întâi înţeles.“

Apropo, în caz că vreți să ştiţi dacă am văzut ceva atunci când primul fragment al cometei Shoemaker-Levy 9 a intrat în atmosfera planetei Jupiter – ei bine, aflați că am văzut. În primul moment a apărut

un punct luminos deasupra marginii lui Jupiter.[19] Când fragmentul a pătruns în atmosferă, a avut loc o explozie care a produs un nor în formă de ciupercă, la fel ca într-o explozie nucleară. Toate fragmentele au lăsat „cicatrici“ vizibile (regiuni cu compuşi ai sulfului) pe suprafaţa lui Jupiter (figura 4). Aceste pete au persistat luni de zile, până când au fost şterse de curenţii şi turbulenţele din atmosfera lui Jupiter, iar resturile s-au împrăştiat la altitudini mai mici.

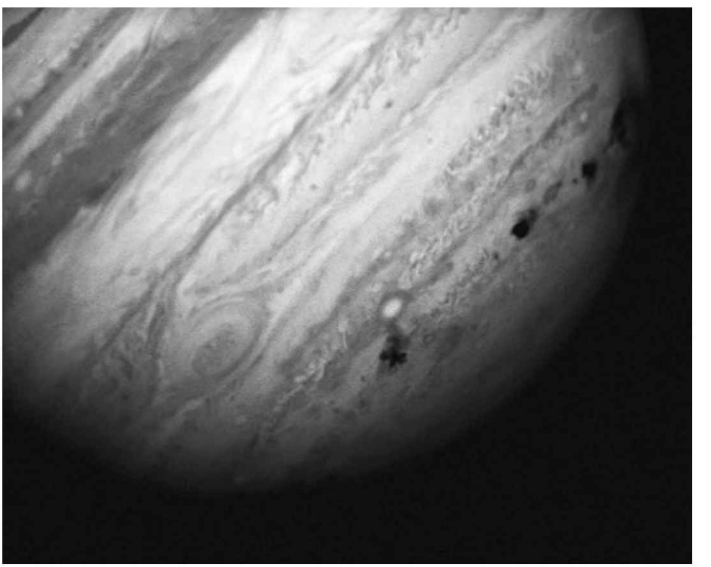


Figura 4

---

1. Thomas Hobbes, *Leviatanul*, trad. Alexandru Anghel, Herald, Bucureşti, 2017 (n. red.).

2. Cicero, *Despre supremul bine şi supremul rău*, trad. Gheorghe Ceauşescu, Editura Ştiinţifică şi Enciclopedică, Bucureşti, 1983 (n. red.).

DOI
Mai curios

Imaginea pe care o avem astăzi despre Leonardo da Vinci a fost probabil cel mai bine rezumată în două scurte fraze ale lui Giorgio Vasari, autorul celebrei cărţi *Vieţile celor mai de seamă pictori, sculptori şi arhitecţi*[1], care avea doar opt ani când a murit Leonardo. „Pe lângă frumuseţea trupului, niciodată îndestul de lăudată, sălăşluia o nemărginită graţie ce se vedea în fiecare faptă a lui, precum şi un geniu atât de mare și de puternic, încât toate lucrurile grele spre care îl ducea mintea le înfăptuia cu uşurinţă“, scria Vasari plin de admiraţie.[3] Aş reformula puțin această descriere: „un geniu şi o *curiozitate* atât de mari și de puternice“.

Vorbind despre acele minunate însușiri, Vasari sublinia marea capacitate a lui Leonardo de a învăţa rapid lucruri noi dintr-o uimitoare varietate de discipline: „[…] după ce s-a îndeletnicit câteva luni cu socotitul, a ajuns atât de departe, încât îl punea întruna în dificultate pe profesorul care-l învăța, făcându-i tot felul de greutăți, ba chiar încurcându-l adeseori. S-a ocupat puțin și cu muzica vocală, dar numaidecât după aceea s-a hotărât să înveţe a cânta din liră și – ca unul pe care firea îl înzestrase cu o minte ascuțită și plină de fantezie – a ajuns, nu după multă vreme, să cânte dumnezeiește la acest instrument pe nepregătite.“ În lumina acestor elogii, poate părea surprinzător faptul că studii recente au dezvăluit că notiţele matematice ale lui Leonardo conţin unele greşeli şi scăpări jenante, de pildă la extragerea radicalilor. De asemenea, Leonardo nu citea în greacă, iar în latină citea cu dificultate, ajutat de obicei de prieteni mai pricepuţi. Prin urmare, capacitatea incredibilă de a dobândi noi cunoştinţe și lacunele uimitoarele din educaţia elementară par să intre în contradicţie, dar există două posibile explicații. În primul rând, educaţia primită inițial de Leonardo la Vinci a fost mai curând rudimentară, iar atunci când şi-a făcut ucenicia în atelierul maestrului Andrea del Verrocchio din Florenţa s-a pregătit să devină artist, nu om de ştiinţă, matematician sau

inginer. Ca atare, a deprins la nivel elementar scrisul şi cititul, la care s-au adăugat tehnici de pictură, sculptură şi unele reguli practice din geometrie şi mecanică, precum şi acele procedee necesare lucrului în metal. Nimeni nu s-ar fi aşteptat ca, pornind sub asemenea auspicii nefavorabile, Leonardo să devină simbolul idealului renascentist de om universal. Erudiţia sa atotcuprinzătoare a dobândit-o de unul singur sau în urma nenumăratelor experimente şi observaţii ulterioare. De fapt, având în vedere lacunele lui în cunoaşterea literaturii clasice, cărturarii umanişti din vremea lui Leonardo repetau cu condescendenţă felul în care se prezenta el însuşi pe sine drept „incult“ sau „nu prea citit“. Leonardo adăuga însă imediat: „Cei care îi studiază pe antici, iar nu lucrările Naturii, sunt copiii vitregi, nu fiii Naturii, mama tuturor autorilor buni.“[2] Sfidând criticile, el continua: „Deşi pesemne că nu pot, asemenea lor, să citez din alţi autori, mă voi bizui pe ceva mult mai de seamă şi mai de preţ – experienţa, stăpâna stăpânilor lor.“[3] Leonardo a fost fără îndoială arhetipul „elevului experienţei“.

Vasari ne oferă un al doilea indiciu care ar putea demistifica aspectele contradictorii ale educaţiei lui Leonardo: „[…] s-a apucat să înveţe multe lucruri, dar de îndată ce le începea le şi lăsa în părăsire.“[4] Cu alte cuvinte, Leonardo nu persevera în unele din studiile sale, ceea ce trezeşte o nouă nedumerire: De ce abandona Leonardo teme pentru care iniţial manifestase un mare interes? E o întrebare importantă la care vom reveni, fiindcă ne-ar putea oferi indicii privind funcţionarea minţii călăuzite de curiozitate a lui Leonardo.

Să spui pur şi simplu că Leonardo era un om curios ar fi o enormă subestimare. E de-ajuns să observăm că până şi un inventar parţial al bibliotecii sale din 1503–1504 conţine nu mai puţin de 116 cărţi acoperind un spectru uimitor de domenii: anatomie, medicină, istorie naturală, aritmetică, geometrie, geografie, astronomie, filozofie, limbi străine, literatură, ba chiar şi religie.[5] Iar aceasta era biblioteca unui om care, după toate mărturiile, prefera experimentul lecturii – în asemenea măsură încât istoricul ştiinţei Giorgio de Santillana şi-a intitulat una dintre conferinţele sale „Leonardo şi cărţile pe care nu le-a citit“.

Un aspect deconcertant al personalităţii lui Leonardo e contradicţia aparentă între sensibilitatea sa estetică plină de compasiune şi ochiul său suprauman de pătrunzător, lipsit de afectivitate, atunci când analiza tainele naturii. Medicul şi istoricul Paolo Giovio ne-a oferit în 1527 (la

doar opt ani de la moartea lui Leonardo) o prezentare a perspectivei unice a lui Leonardo privind legăturile inevitabile dintre ştiinţă şi artă: „Leonardo da Vinci […] a dat o mare strălucire artei picturii, negând că acest lucru ar putea fi înfăptuit cum se cuvine de cei care n-au ajuns la ştiinţele nobile şi artele liberale necesare discipolilor picturii.“[6] Pentru a ilustra abordarea lui Leonardo, Giovio prezintă câteva dintre numeroasele activităţi ştiinţifice ale maestrului legate de pictură: „Ştiinţa opticii era pentru el de o importanţă covârşitoare […]. La şcolile de medicină a disecat cadavre ale unor criminali […] pentru ca modificările articulaţiilor membrelor flexate de acţiunile nervilor vertebrelor să fie pictate conform legilor naturii.“

Mărturia lui Giovio subliniază importanţa faptului că în lucrările sale timpurii Leonardo folosea natura drept slujitor al artei sale: a examinat lumea naturală pentru ca reprezentările sale artistice să fie cât mai precise cu putinţă. Mai târziu însă arta a devenit ajutorul supus al cercetărilor lui ştiinţifice: s-a folosit de talentul său artistic fără egal pentru a reprezenta fenomene naturale şi a încerca să le înţeleagă cauzele.

Cu două decenii înainte de Vasari, şi Giovio vorbea despre aparenta incapacitate a lui Leonardo de a-şi duce la bun sfârşit sarcinile sau de dezinteresul pentru încheierea unor proiecte: „Însă deşi îşi petrecea astfel timpul cercetând în amănunt domenii auxiliare artei sale, a desăvârşit doar foarte puţine dintre operele lui.“ Tendinţa lui Leonardo de a lăsa lucrurile neterminate devenise legendară încă din timpul vieţii sale. Când Papa Leon X a aflat că Leonardo acorda o atenţie exagerată diferitelor reţete de lacuri în loc să picteze, se pare că ar fi zis: „Vai! Omul acesta nu va face niciodată nimic, fiindcă începe prin a se gândi la sfârşit înainte să se apuce de lucru.“[7]

Pentru Leonardo, fiecare pictură pare să fi fost şi un experiment ştiinţific, atât în privinţa reprezentării corecte a subiectului, cât şi a executării picturii înseşi. A fost şi o exersare a curiozităţii: „Studiază ştiinţa artei; studiază arta ştiinţei; învaţă să vezi“, spunea el.[8] În ce priveşte aplicarea fizică a tehnicilor picturii, în cazul unora dintre lucrările sale, precum *Cina cea de taină* (figura 5), acestea n-au avut succes – vopseaua a început probabil să se cojească încă din timpul vieţii lui Leonardo.[9] Din altă perspectivă însă, *Cina cea de taină* e un succes răsunător şi o capodoperă extraordinară. Reprezintă un strălucit

studiu al perspectivei şi al folosirii luminii şi umbrei. Din răspândirea undei de emoție creată de cuvintele lui Isus „Unul dintre voi mă va vinde“ putem chiar percepe lecţia învăţată de Leonardo din observarea propagării valurilor pe apă.

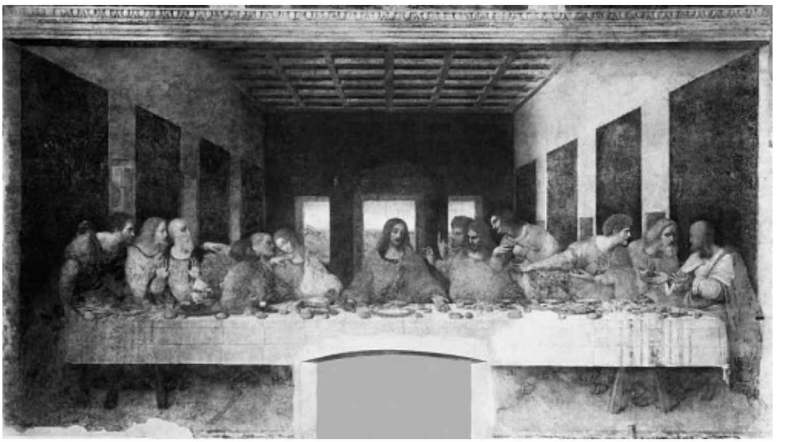


Figura 5

Aici apare însă o altă contradicţie. Acelaşi om care a putut surprinde cu atâta finețe cele mai subtile stări sufletești și emoții umane (la fel ca în *Fecioara cu pruncul şi cu Sfânta Ana*[10] sau în celebra *Mona Lisa*) nu a dezvăluit aproape nimic din trăirile lui personale în numeroasele sale scrieri. Dacă Leonardo a fost la fel de curios în privința propriei sale lumi interioare aşa cum a fost față de lumea exterioară, el a ales să nu ne permită accesul la ea.

UIMIT ŞI CURIOS[11]

Multe studii excelente[12] au încercat să folosească numeroasele caiete cu însemnări ale lui Leonardo, comentarii detaliate şi desene minuțioase pentru a evalua realizările sale şi gradul în care a produs descoperiri autentic noi în ştiinţă şi tehnologie.[13] Unii au căutat să judece critic originalitatea contribuţiilor sale, în contextul cunoștințelor din vremea sa. Pe mine mă preocupă alte aspecte, la fel de incitante: Ce i-a trezit curiozitatea lui Leonardo şi de ce? Ce a făcut pentru a-şi satisface

curiozitatea? În ce moment, dacă a existat vreunul, şi-a pierdut interesul pentru un anume subiect? În loc să mă preocupe succesele şi eşecurile lui Leonardo în eforturile sale ştiinţifice şi în proiectele sale artistice şi tehnologice, ori măsura în care a influenţat progresul ştiinţific sau cursul istoriei artelor, sunt curios să aflu ce i-a incitat fantezia, ce l-a motivat şi cum a răspuns acestor stimuli.

Caietele personale ale lui Leonardo sunt un excelent punct de pornire pentru a răspunde la aceste întrebări din următoarele motive. În primul rând, cele 6 500 de pagini cu note şi desene reprezintă probabil doar o parte din scrierile sale, care după unii cercetători ar fi însumat vreo 15 000 de pagini. Cum Leonardo a început să păstreze caietele de notiţe doar de pe la vârsta de treizeci şi cinci de ani, el trebuie să fi scris zilnic în medie cam o pagină şi jumătate timp de trei decenii! S-ar părea că umplerea paginilor cu desene minuţioase şi notiţe complicate în care-şi descrie ideile, preocupările şi meditaţiile (cele mai multe scrise cu mâna stângă, de la dreapta la stânga şi în oglindă) a fost una dintre ocupaţiile preferate ale lui Leonardo. Ansamblul desenelor păstrate de la Leonardo e de vreo patru ori mai bogat decât al celui mai productiv desenator din secolul XVI.[14] În al doilea rând, pe lângă această aparentă obsesie de a analiza şi nota fiecare gând raţional, conţinutul caietelor acoperă subiecte din anatomie, vedere şi optică, astronomie, botanică, geologie, geografie fizică, zborul păsărilor, mişcarea şi greutatea, proprietăţile şi curgerea apei, precum şi o mare diversitate de invenţii paşnice şi militare. În fine, pe lângă subiectele ştiinţifice şi tehnologice, caietele conţin comentarii ample pe teme artistice, cum ar fi culoarea, lumina şi umbra, perspectiva, preceptele pictorului, sculptură şi arhitectură.[15] Imaginea care se desprinde este pe cât de clară, pe atât de enigmatică, la fel ca unele elemente din tablourile lui Leonardo.

Curiozitatea lui Leonardo viza aproape *tot* ce se afla în lumea complexă din jurul lui, iar această pornire compulsivă de a nota şi desena reprezenta încercarea sa de a înţelege toate acestea. Cert este că Leonardo n-a fost niciodată prea interesat de istorie, teologie, economie sau politică (lucru înţelept probabil, fiindcă a trăit în vremea când cruzii şi intriganţii Borgia se aflau la putere). El a încercat să „citească“ şi să descifreze ceea ce Galileo Galilei va numi un secol mai târziu „cartea Naturii“.[16] Însă pentru Leonardo cartea naturii era un volum chiar mai

gros decât cel al lui Galilei, din moment ce includea domenii complexe cum sunt anatomia şi botanica, faţă de care Galilei n-a manifestat prea mult interes. În ansamblu, marea majoritate a notelor din caietele lui Leonardo nu se doreau a fi schiţe pregătitoare sau planuri inginereşti care să fi culminat cu transpuneri fizice ale anumitor speculaţii, ci erau întruparea curiozităţii lui Leonardo. El însuşi spunea: „Natura e plină de cauze infinite care niciodată nu se vădesc în experienţă. […] Dorinţa firească a oamenilor e să cunoască.“ Leonardo anticipa aici ceea ce psihiatrul Herman Nunberg avea să spună cinci secole mai târziu: „Prin satisfacerea curiozităţii se dobândeşte un anumit bagaj de cunoştinţe, care poate conduce la noi probleme şi la formularea unor noi întrebări. Curiozitatea poate fi deci numită şi *îndemnul de a cunoaşte.*“[17]

Caietele demonstrează şi grafic puternicele legături între ştiinţă, tehnologie şi artă din mintea lui Leonardo.[18] Expresia „o imagine valorează mai mult decât o mie de cuvinte“ se crede că îşi are originea într-un articol de ziar din 1911,[19] dar Leonardo a formulat acelaşi gând cu patru secole mai devreme: „Tu, cel care crezi că poţi dezvălui chipul unui om prin cuvinte […], alungă ideea asta, căci cu cât e mai amănunţită descrierea ta, cu atât îl derutezi mai mult pe cititor, şi cu atât îl îndepărtezi mai mult de cunoaşterea lucrului descris. Este aşadar nevoie să reprezinţi şi să descrii.“[20]

Desenele fac însă mult mai mult decât să ilustreze teme greu de descris prin cuvinte. Uneori ele ne permit să urmăm meandrele curiozităţii lui Leonardo. Un exemplu minunat e acela al unei lucrări din Royal Collection (figura 6). Carlo Pedretti[21], istoric de artă specializat în Leonardo, a remarcat că această pagină poate oferi „o sinteză completă a curiozităţii ştiinţifice [a lui Leonardo] şi a măiestriei sale artistice“.

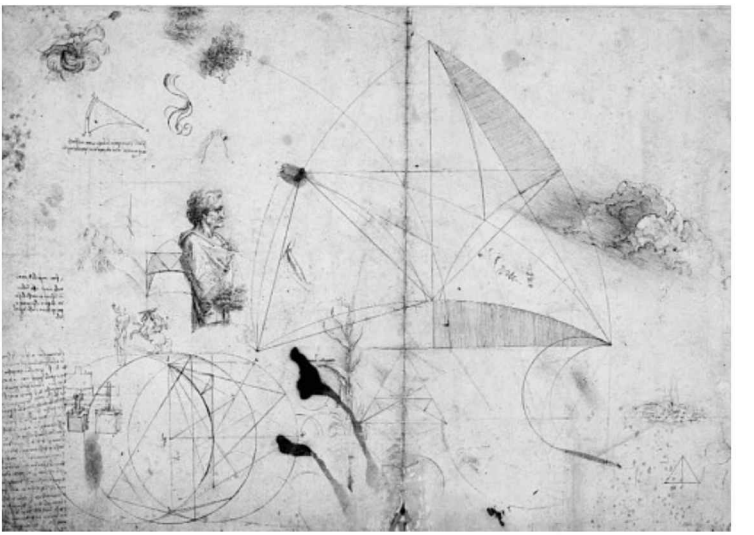


Figura 6

La prima vedere, pagina pare să conţină doar o serie de mâzgăleli fără legătură între ele: diferite construcţii geometrice implicând cercuri şi curbe, nori, buruieni urcând pe un crin, o presă cu şurub, un bătrân, valuri pe un lac, ramurile unui arbore. O examinare mai atentă dezvăluie însă că aproape fiecare mâzgăleală, de la nori la părul buclat al bătrânului, implică curbe geometrice, suprafeţe curbe sau fenomenul ramificării. Putem deci bănui că, odată ce Leonardo începea să se gândească la un anumit fenomen, cum ar fi propagarea valurilor pe un lac, mintea sa orientată vizual traducea imediat problema într-o formă geometrică. Simultan, curiozitatea lui rătăcitoare îl călăuzea către un întreg spectru de alte fenomene naturale sau de dispozitive făurite de om, în care apăreau curbe sau structuri geometrice asemănătoare. De pildă, atunci când desenele sunt mărite, ramurile arborelui se transformă într-o reţea de vene vizibile pe capul bătrânului.

Nu e singurul exemplu în care Leonardo a studiat sistemele ramificate. El a observat aceste structuri într-o gamă largă de discipline, de la afluenţii râurilor la trunchiurile plantelor şi la vasele de sânge din corpul uman. Punctul culminant al acestei călătorii mentale ameţitoare care a dus la crearea figurii 6 a fost abstractizarea unei trăsături dintr-un ansamblu de observaţii aparent disparate. Leonardo spunea: „Pictura silește mintea pictorului să se transforme în însăşi mintea Naturii, pentru

a deveni un tălmăcitor al Naturii în artă. Aceasta explică deci cauzele manifestărilor Naturii, aşa cum sunt impuse de legile ei.“[22]

Ţinând cont de nivelul cunoştinţelor ştiinţifice din epoca lui Leonardo, această din urmă afirmaţie este într-adevăr remarcabilă. El spune că Natura e guvernată de anumite legi, cu un secol înainte ca Galilei să formuleze legea inerţiei şi cu aproape două secole înainte ca Newton să formuleze legile mişcării şi gravitaţiei! A fost oare Leonardo atât de curios încât să se întrebe care ar putea fi acele legi? Sunt convins că da. Din păcate, tradiţia ştiinţifică a epocii sale nu includea încă formularea unei ipoteze coerente şi testarea ei prin experimente sau observaţii atent concepute. Leonardo avea în schimb tendinţa de a enumera pur şi simplu toate întrebările la care se putea gândi, probabil în ordinea în care se iveau în mintea sa neobosită, iar apoi le cerceta mai atent doar pe câteva. Uneori însă ceea ce descoperea era o fuziune a viziunilor sale artistice şi ştiinţifice. De exemplu, desenele în care apare curgerea apei[23] seamănă cu nişte cosiţe, iar părul din tabloul reprezentând-o pe Ginevra de’ Benci (figura 7) seamănă cu o apă în curgere turbulentă.[24] Din mulţimea studiilor sale se desprind două idei importante. În primul rând, Leonardo a conchis că experimentele cantitative şi observaţiile repetate erau esenţiale pentru detectarea neambiguă a tiparelor asociate fenomenelor naturale. „Acest experiment trebuie efectuat de multe ori pentru a nu apărea nici un accident care să îngreuneze sau să falsifice demonstraţia, căci experimentul poate fi fals, fie că l-a înşelat sau nu pe cercetător“, spunea Leonardo. Asta ar explica parţial faptul că însemnările lui Leonardo conţin multe repetiţii, chiar dacă măsurătorile sale cantitative sunt, în cel mai bun caz, aproximative. A doua idee remarcabilă a fost că mintea umană poate avea acces la legile care guvernează natura prin limbajul matematicii.[25] În consecinţă, mare parte a activităţii lui Leonardo din ultimele două decenii de viaţă a fost dedicată căutării legilor geometrice generale care s-ar aplica unor fenomene de la curenţii de apă din râuri la lumină şi umbră şi la complexităţile anatomiei umane.

Figura 7

Urmându-i pe Platon şi pe neoplatonicieni, geometria a devenit pentru Leonardo farul călăuzitor care-l leagă pe observator de explicaţiile şi interpretările universului, chiar dacă legătura ţinea mai curând de credinţă, fără să aibă o bază empirică solidă. Mai întâi, geometria asociată vederii, apoi regulile sau legile geometrice cărora se presupunea că li se supune lumea naturală, iar în cele din urmă însăşi natura limbajului matematic, care pentru Leonardo era geometria euclidiană pe care o învăţăm în şcoală.[26] Pentru propagarea luminii, de exemplu, Leonardo a desenat o serie de triunghiuri („piramide“, după cum le numea) şi a tras concluzia (incorectă în termeni cantitativi) că intensitatea luminii scade proporţional cu inversul distanţei faţă de sursă; adică o sursă aflată la o distanţă de două ori mai mare va părea de două ori mai puţin strălucitoare.[27] În realitate, strălucirea scade invers proporţional cu pătratul distanţei: la o distanţă de două ori mai mare, o sursă de lumină pare de patru ori mai slabă, la o distanţă de trei ori mai mare, de nouă ori mai slabă etc. El a aplicat legi asemănătoare pentru ceea ce numea cele patru „puteri“ ale naturii: „mişcarea, forţa, greutatea şi percuţia.“[28]

Pentru sistemele ramificate cum sunt arborii, Leonardo a introdus o lege originală, după care sumele ariilor din secţiunile transversale de la fiecare nivel trebuie să fie egale.[29] De pildă, a afirmat că suma ariilor secţiunilor transversale ale celor mai mici ramuri de la periferie trebuie să fie egală cu aria secţiunii transversale a trunchiului copacului. Deşi ideea care stătea la baza acestei legi era ingenioasă şi corectă (Leonardo a dedus că ce intră trebuie să fie egal cu ce iese), el a neglijat faptul că viteza de curgere poate varia de-a lungul traseului, prin urmare legea sa nu e corectă. Din perspectiva noastră însă, important nu e dacă regulile lui Leonardo erau corecte sau dacă el cunoştea suficient de multă matematică pentru a încerca măcar să formuleze legi precise. Esențial e faptul că a folosit o reprezentare geometrică a regulilor. Mai mult, el spunea că „nu există certitudine acolo unde nu putem aplica ştiinţele matematice sau pe cele legate de ştiinţele matematice“. Această intuiţie excepţională este comparabilă cu faimosul dicton al lui Galilei: „Nu-l putem înţelege [universul] dacă nu-i învăţăm mai întâi limbajul şi nu-i pricepem literele cu care e scris. Este scris în limbajul matematicii, iar literele sunt triunghiuri, cercuri şi alte figuri geometrice.“ Dar Galilei era matematician. Uimitor e faptul că Leonardo, care era destul de slab la matematică, poate cu excepţia unor aspecte ale geometriei curbelor[30] (şi ale câtorva elemente învăţate de la prietenul său matematician Luca Pacioli), credea deja că singura cale de a înţelege universul cu oarecare certitudine era cea matematică. A fost suficient de îndrăzneţ încât să scrie: „Nici un om care nu e matematician n-ar trebui să citească elementele operei mele“[31] – o frază care amintește de legendara inscripţie aflată la intrarea în Academia lui Platon: „Să nu intre cine nu știe geometrie.“

Una dintre ideile esenţiale ale lui Leonardo este că, indiferent care erau legile, ele trebuiau să fie într-un anumit sens *universale*. Aceleaşi legi trebuiau să se aplice tuturor „puterilor“, fie că acele puteri acţionau în macrocosmosul lumii mari, în microcosmosul reprezentat de corpul uman sau în funcţionarea maşinăriilor făurite de om.[32] „Proporţia nu se întâlneşte doar la numere şi măsurători, ci şi la sunete, greutăţi, timpi, spaţii şi oricare alte puteri ar exista“, scria el. În mod asemănător, anticipând corect cea de-a treia lege newtoniană a mişcării (orice reacţiune e egală ca tărie, dar de direcţie opusă, cu acţiunea), Leonardo scrie: „Un obiect opune tot atâta rezistenţă aerului câtă rezistenţă opune

aerul obiectului.“[33] După care adaugă: „La fel stau lucrurile şi cu apa.“

În fine, încercând să găsească legi sau trăsături distinctive generale şi să le aplice situaţiilor specifice, Leonardo şi-a îndreptat atenţia spre corpul uman. „Dacă […] imboldul către o nouă mişcare în anatomie a venit dinspre artişti, Leonardo poate fi considerat iniţiatorul, iar Vesalius [anatomistul Andreas Vesalius, născut cu cinci ani înainte de moartea lui Leonardo] marele protagonist“, scria James Playfair McMurrich, profesor de anatomie la Universitatea din Toronto.[34]

TOATĂ INIMA TA E DESCHISĂ ÎN FAŢA MEA[35]

Probabil că cel mai bun exemplu pentru manifestarea curiozităţii lui Leonardo e dat de neobositele sale cercetări privind funcţionarea inimii umane.[36] Acea misterioasă bătaie constantă din piept i-a fascinat pe oameni încă din Antichitate. Deşi idei parţial corecte care identificau inima drept pompa ce pune în mişcare sângele au apărut în China încă din secolul II î.Cr., multă vreme ele n-au pătruns în teoria predominantă în Occident, aflată până în secolul XVI sub influenţa ideilor medicului grec Galen din Pergam (secolul II d.Cr.) Galen credea că inima nu e o pompă, ci acţionează ca un soi de vatră vitală a corpului, generând căldura internă.[37] Deşi Galen era şi el un om foarte curios, care-şi baza observaţiile anatomice pe disecţii făcute pe maimuţe, porci şi câini, majoritatea urmaşilor săi i-au acceptat concluziile vreme de peste un mileniu. La fel cum ideile aristoteliciene au domnit în ştiinţele fizice, iar modelul ptolemeic geocentric al sistemului solar a rămas necontestat, în anatomie teoriile lui Galen au fost considerate sacre, ca şi cum curiozitatea ar fi îngheţat în timpul Evului Mediu. Leonardo însă a urmat îndemnul lui Galen: „Trebuie să fim îndrăzneţi şi să căutăm Adevărul; chiar dacă nu reuşim să-l găsim, vom fi măcar mai aproape de el decât suntem acum.“

După Galen, când inima se dilată, aspiră aer din plămâni. Aerul trece în ventriculul stâng, unde se amestecă cu sângele, producând „spirite vitale“ graţie „căldurii înnăscute“. Când inima se contractă, sângele şi spiritele vitale ies prin artere, ajungând să însufleţească toate ţesuturile.

Interesul lui Leonardo pentru inimă era atât de profund, încât i-a

dedicat în caietele sale mai mult spaţiu decât oricărui alt organ (figura 8 prezintă două desene reprezentând inima, probabil o inimă de bou). Din păcate, nici măcar Leonardo n-a reuşit să se desprindă total de Galen, ale cărui idei au ajuns la el prin intermediul cărturarului persan din secolul X Avicenna (latinizare a numelui Ibn-Sina) şi al medicului italian din secolul XIII Mondino de Luzzi.

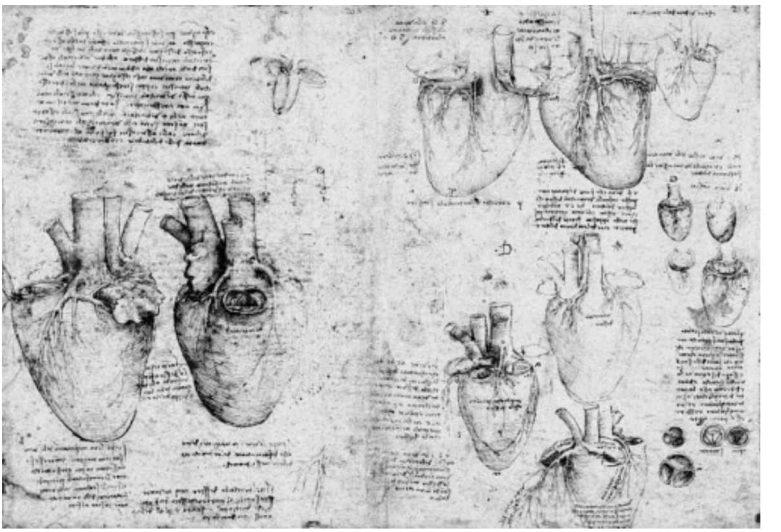


Figura 8

Este oarecum regretabil că Leonardo a folosit *Canonul medicinei* al lui Avicenna şi *Anatomia corpului uman* a lui Luzzi drept puncte de pornire în cercetările sale, fiindcă în câteva cazuri chiar şi această aderare parţială la textele vechi l-a condus pe căi greşite. Prin studiile şi experimentele sale minuţioase, Leonardo a reuşit totuşi să scape de cele mai multe dintre noţiunile obscure ale lui Galen, precum „căldura înnăscută“ şi misterioasele „spirite naturale şi animale“, înlocuindu-le cu fenomene fizice asociate mişcării obişnuite a fluidelor. Pentru Leonardo, „inima nu e începutul vieţii, ci un recipient alcătuit dintr-un muşchi gros, însufleţit şi hrănit de artere şi vene, la fel ca ceilalţi muşchi“.

De la această simplă, dar fundamentală catalogare, a mers mai departe descoperind părţi ale inimii care nici măcar nu erau menţionate de Galen, între care atriile. Leonardo le-a identificat corect drept camere

ce se contractă împingând sângele în ventriculi. El a sugerat că, la nivelul mai profund al proceselor fizice implicate, căldura, pe care o considera amprenta vieții, e generată de frecarea prin fluxul şi refluxul sanguin. A folosit apoi această idee pentru a explica asocierea febrei cu un puls mai rapid: „Cu cât inima se mişcă mai rapid, cu atât creşte temperatura, aşa cum ne arată pulsul mişcat de bătăile inimii al celui care are febră."

Leonardo a folosit o combinaţie de experimente ingenioase şi observaţii atente pentru a lămuri funcţiile diferitelor părţi ale inimii. În unele teste, a reprezentat aorta printr-un model de sticlă, iar ventriculul printr-un sac.[38] Cât privește observaţiile, a folosit analogii ale circulației sangvine urmărind mişcarea seminţelor într-un fluid, la fel cum studiase curgerea apei în râuri.

Principalul obstacol care în cele din urmă l-a împiedicat pe Leonardo să descopere şi să înţeleagă întregul mecanism al circulaţiei sangvine a fost probabil faptul că n-a asistat niciodată la disecţia toracelui unui om viu.[39] A ratat astfel ocazia să vadă cu propriii ochi ceea ce fără îndoială ar fi socotit că e o maşinărie minunată – inima umană bătând. La înţelegerea deplină a sistemului circulator a ajuns, un secol mai târziu, medicul englez William Harvey, dar rămâne remarcabil ce a înfăptuit Leonardo prin cercetări asidue. De unul singur a îndepărtat aproape toate elementele nenaturale ale lui Galen din descrierea proceselor vieţii, şi a plasat viaţa însăşi în domeniul legilor fizice generale. Judecata sa limpede şi vizionară a marcat începutul deşteptării ştiinţifice care avea să urmeze: „De ce nu poate Natura să dea putere de mişcare animalelor fără instrumente mecanice, după cum arăt în cartea mea despre mişcarea pe care natura a stârnit-o în animale. Pentru acest motiv am stabilit regulile celor patru puteri ale naturii."

Simplu spus, Leonardo a înlocuit misticele fiere neagră, înzestrări şi spirite din scrierile lui Galen, Avicenna, de Luzzi şi alţii cu puterile sale fizice: mişcare, greutate, forţă şi percuţie – elemente constitutive ale mecanicii. A folosit apoi aceste concepte mecanice pentru a demistifica o mulţime de procese fiziologice. De pildă, a descris corect pulsul: „Dilatarea apare atunci când vasele primesc o cantitate de sânge în exces, iar contracţia se datorează plecării sângelui în exces primit de ele."

Nu încape îndoială că, deşi conform standardelor moderne multe

dintre metodele sale nu erau ştiinţifice, în efortul de a explica fenomenele prin efecte fizice, iar nu supranaturale, Leonardo a reprezentat înmugurirea gândirii moderne privind adevărata natură a cercetării ştiinţifice.[40] Genul său de explorare empirică bazată pe observaţie a condus în cele din urmă la mari oameni de ştiinţă curioşi precum Galilei, Newton, Michael Faraday şi Darwin, şi la filozofi empirişti precum John Locke, care afirma că se ajunge la cunoaştere prin percepţie senzorială şi gândire raţională, iar nu prin plantarea ei în minte de către o putere divină.

AM VĂZUT UN COPIL CURIOS[41]

Ce anume îl deosebeşte pe Leonardo de predecesorii săi anatomişti, specialişti în hidraulică, botanişti şi ingineri? De ce oare el, cu o pregătire de artist, a izbutit să facă descoperiri ştiințifice și tehnologice care, deşi uneori incorecte, le-au devansat cu mult pe cele ale specialiştilor contemporani cu el? În fond, ocaziile pe care le-a avut de a se implica, să zicem, în studii anatomice erau la îndemâna oricărui alt savant sau artist din vremea lui. Răspunsul la aceste întrebări e atât de simplu, încât pare aproape banal: Leonardo avea o curiozitate neostoită pe care încerca să şi-o satisfacă direct prin propriile-i observaţii, iar nu bazându-se pe spusele unor autorităţi în materie. Ceea ce l-a deosebit pe Leonardo de contemporanii săi nu a fost rezultatul vreunei cercetări, și nici măcar metoda folosită, ci faptul că a considerat interesant şi demn de a fi studiat aproape orice fenomen natural.

Ce se întâmpla dacă observaţiile sale nu concordau cu ideile dominante? Leonardo avea un răspuns limpede: în acel caz teoria trebuia revizuită sau respinsă. Iată ce spunea: „Oamenii blamează pe nedrept experienţa nevinovată, acuzând-o de înşelătorie şi rezultate false. […] Experienţa nu greşeşte, doar judecata noastră comite eroarea de a spera ca experiența să-i ofere lucruri care nu sunt în puterea ei!“[42]

Să luăm domeniul anatomiei drept exemplu. În timp ce pentru prea mulţi anatomişti medievali disecţiile serveau doar ca demonstraţii ale învăţăturilor lui Avicenna, Leonardo a disecat pentru a explora şi a-şi demonstra sieşi. La fel, în mecanică, deşi în primele scrieri Leonardo lua în considerare unele idei contemporane privind perpetuum mobile,

pe la 1494 rezultatele propriilor sale experimente l-au convins că cel puţin unele modele nu funcţionează: „Ah! Voi, cei ce faceți speculaţii privind mişcarea perpetuă, câte himere prosteşti aţi zămislit în încercarea voastră! Alăturați-vă căutătorilor de aur!“[43]

După cum am menţionat deja, sunt câteva trăsături ale personalităţii lui Leonardo care merită o atenţie specială. În primul rând, a existat o aparentă contradicţie între firea sa mai curând retrasă și obsesia de a nota fiecare idee, pesemne și pentru ca alţii să citească în cele din urmă. Despre scrisul în oglindă s-a spus că Leonardo voia să îngreuneze sarcina celor care i-ar fi citit notele, dar, după cum vom vedea curând, s-ar putea ca nu acesta să fi fost motivul.

În al doilea rând, exista o discrepanţă între Leonardo cel rece, care analiza aparent insensibil lumea naturală, şi pictorul aproape romantic al trăirilor sufleteşti nuanţate: o singură dată a dezvăluit cu adevărat un aspect al laturii sale afective în scris (așa cum o făcea de regulă în pictură). Povestind o excursie la munte, el scria:[44]

> Cutreierând printre stânci mohorâte, am ajuns la intrarea unei peşteri mari, în faţa căreia am rămas o vreme uimit, neaşteptându-mă să dau de ea. Mi-am îndoit spinarea sprijinindu-mă cu mâna stângă de genuchi, mi-am ținut streașină mâna dreaptă și am mijit ochii; m-am aplecat într-o parte și în alta ca să văd dacă pot descoperi ceva înauntru, ceea ce mi-era imposibil din pricina beznei adânci, iar după ce am rămas acolo o vreme, două sentimente contradictorii s-au ivit în mine, teamă şi dorinţă – teama de bezna ameninţătoare a peşterii, dorinţa de a vedea dacă înăuntru erau lucruri minunate.

Aşa cum vom vedea în capitolul 4, fără să ştie, Leonardo a surprins aici una dintre caracteristicile curiozităţii: o combinaţie ambivalentă de entuziasm şi anxietate. Până la un punct, nesiguranța în privința un subiect accentuează curiozitatea. Dincolo de acel punct însă, nesiguranţa devine atât de mare, încât poate produce disconfort sau chiar teamă.

Pasiunea lui Leonardo de a descoperi lucruri noi în zone încă neexplorate ale lumii aminteşte de o altă minte strălucită, cea a lui Isaac Newton, care s-a confruntat însă cu provocări diferite. Cu puțin timp înainte de a muri, Newton spunea: „Nu ştiu cum apar în faţa lumii, dar

mi se pare că am fost doar un băiat care se joacă pe malul mării, amuzându-mă din când în când să găsesc o pietricică mai netedă sau o scoică mai frumoasă, în timp ce vastul ocean al adevărului se întinde nedescoperit în faţa mea.“ Einstein, faimos şi el pentru curiozitatea lui, vorbea despre „această lume imensă, care există independent de noi, oamenii, şi care stă în faţa noastră ca o măreaţă, eternă enigmă, accesibilă măcar în parte cercetării şi gândirii noastre“.[45]

În al treilea rând, a mai fost şi disponibilitatea lui Leonardo de a aborda noi proiecte de cercetare sau execuţie, rareori însă duse la bun sfârşit. Cum se explică aceste trăsături opuse ale personalităţii lui Leonardo? Se leagă ele oare de curiozitatea sa nesăţioasă?

Este interesant că tocmai această capacitate neobişnuită a sa de a se mişca de la o extremă la alta, de a exprima ambele capete ale continuumului unei trăsături o consideră Csikszentmihalyi principala calitate care deosebeşte personalităţile creative de celelalte. El numeşte „complexitate“ această caracteristică. „În loc să fie «un individ», fiecare dintre aceşti [oameni creativi] e o «multitudine»“, spune el.[46] Ca ilustrare a ceea ce înţelege prin „complexitate“, Csikszentmihalyi enumeră perechi de caracteristici aparent opuse, manifestate în mod paradoxal de oamenii creativi. Printre ele se numără, de pildă, o activitate fizică intensă cuplată cu frecvente perioade de linişte şi odihnă; responsabilitate şi iresponsabilitate; capacitatea de a-şi imagina şi fantaza, pe de o parte, şi un viguros simţ al realităţii, pe de alta; tendinţe opuse – extravertire şi introvertire; chiar şi „androginia psihologică“, o combinaţie rară de manierism considerat îndeobşte „feminin“ şi alte trăsături considerate „masculine“.

Examinând această listă vedem că i se potriveşte perfect lui Leonardo. În privinţa ultimului element, mulţi cercetători, între care Sigmund Freud, au crezut că Leonardo era homosexual, deşi probabil latent.[47] Se pare de asemenea că a suferit o tranziţie extremă, de la ardoare sexuală în copilărie la o asexualitate rece la maturitate. Măsura în care se potriveşte descrierii unei personalităţi complexe nu e surprinzător, fiindcă a fost, evident, un om extraordinar de creativ. Înseamnă oare că a fi curios şi a fi creativ sunt unul şi acelaşi lucru? Chiar dacă oamenii confundă aceste două caracteristici, ele nu sunt identice. O persoană creativă este una ale cărei idei sau activităţi schimbă semnificativ un domeniu cultural existent sau creează unul

nou. A fi pur şi simplu curios nu-i o condiţie suficientă pentru creativitate. Curiozitatea pare să fie însă o condiţie *necesară* pentru creativitate. Într-adevăr, Csikszentmihalyi a găsit că practic fiecare persoană creativă pe care a intervievat-o sau examinat-o manifesta o curiozitate mai mare decât cea obişnuită.

O anecdotă amuzantă referitoare la Darwin rezumă puterea curiozităţii la oamenii creativi. Când Darwin a ajuns la Cambridge în 1828, a devenit un pasionat colecţionar de gândaci. Odată, după ce a desprins scoarţa unui copac mort a găsit doi gândaci şi i-a ţinut pe fiecare în câte o mână. În acel moment a dat cu ochii de un gândac cu cruce foarte rar. Nevrând să piardă nici unul, şi-a vârât unul din gândaci în gură ca să-şi elibereze o mână cu care să poată captura individul din specia rară. Aventura nu s-a încheiat prea bine. Gândacul din gură a eliminat o substanţă chimică iritantă, aşa încât Darwin a fost nevoit să-l scuipe, pierzând toţi cei trei gândaci. Lăsând la o parte rezultatul dezamăgitor, povestea ilustrează forţa irezistibilă a curiozităţii.

Mai există un aspect straniu legat de personalitatea lui Leonardo. Să considerăm următoarea listă de „simptome“ pe care le poate prezenta un om:[48]

• Să fie uşor de distras, să uite lucruri şi să treacă frecvent de la o activitate la alta.
• Să-i fie greu să se concentreze asupra unui lucru.
• Să-l plictisească o sarcină după doar câteva minute, dacă nu e o activitate plăcută.
• Să aibă dificultăţi la focalizarea atenţiei asupra organizării şi ducerii la bun sfârşit a unei sarcini, sau asupra învăţării a ceva nou.
• Să aibă dificultăţi la încheierea sau predarea unei lucrări.
• Să se mişte de colo-colo, atingând sau „jucându-se“ cu tot ce vede.
• Să fie în permanentă mişcare.

Putem spune că în oarecare măsură Leonardo manifesta majoritatea simptomelor, dacă nu chiar pe toate. Aceasta e însă o listă parţială de simptome folosită pentru diagnosticarea persoanelor afectate de ADHD (tulburare hiperactivă cu deficit de atenţie). E oare posibil ca trecerea de la o preocupare la alta şi dificultatea de a duce la bun sfârşit proiectele să fi fost semne ale faptului că suferea de ADHD? Sau e acesta doar un

caz de cyberhondrie – obsesia de a-ţi pune un diagnostic căutând simptomele pe internet? Din perspectiva noastră, mai importantă e întrebarea dacă există vreo legătură, cunoscută sau măcar bănuită, între ADHD şi curiozitatea extremă?

Nu ne putem aştepta să stabilim un diagnostic ferm pentru o persoană care a murit acum aproape cinci secole, şi nu am pretenţia că aş fi psiho-biograf. Intrigat însă de această din urmă întrebare, am consultat câţiva experţi. Voiam mai cu seamă să ştiu dacă o persoană suferind de ADHD s-ar putea concentra pentru perioade relativ lungi pe un anumit subiect, aşa cum evident o făcuse Leonardo.

„Absolut“, mi-a răspuns Jonna Kuntsi, specialistă în ADHD la King's College din Londra.[49] „Adulţii cu ADHD îşi pot concentra atenţia dacă sunt cu adevărat interesaţi de ceva. De fapt, şi copiii cu ADHD se pot concentra foarte bine atunci când sunt antrenaţi în jocuri video care-i atrag.“ Kuntsi mi-a spus că unele persoane suferind de ADHD reuşesc chiar să tragă foloase de pe seama bolii. Un exemplu este Louis Smith, gimnastul britanic medaliat olimpic care a transformat ADHD şi un regim strict de antrenament într-o combinaţie de succes. Michael Milham, neurocercetător la Child Mind Institute din New York, a fost de acord cu Kuntsi.[50] „ADHD poate face ca o persoană foarte inteligentă să gândească neconvenţional“, a spus el.

Există vreo corelaţie cunoscută între curiozitate şi ADHD? Kuntsi m-a îndrumat către o serie de studii care demonstrau o relaţie între hiperactivitate-impulsivitate şi caracteristica temperamentală a căutării noutăţii[51] – una dintre manifestările-cheie ale curiozităţii difuze. Cu alte cuvinte, distragerea frecventă a atenţiei poate fi privită ca o exprimare acută a curiozităţii. Care ar fi bazele teoretico-fiziologice ale unei asemenea legături? Kuntsi şi Milham mi-au explicat că există numeroase cercetări care arată că ADHD e cel mai probabil asociată cu nivelul neurotransmiţătorului dopamină, o substanţă care transmite semnale între celulele nervoase şi joacă un rol important în sistemul de recompensare al creierului.[52] Aşadar, dacă această legătură e reală, aş sugera o asociere între curiozitate şi recompensă. Există oare cercetări care să susţină o asemenea cuplare? Într-adevăr există, după cum vom vedea în capitolele 5 şi 6, când voi prezenta în detaliu procesele cerebrale legate de activarea curiozităţii şi satisfacerea ei.

Revenind la Leonardo şi preocupările sale, se pare că se oprea

asupra unui subiect atâta vreme cât îi trezea curiozitatea, dar nu mai mult. Odată potolită curiozitatea față de un anumit proiect, nu vedea rostul de a continua să lucreze la el. Suferea oare de ADHD? Probabil că n-o vom şti niciodată, însă Kuntsi și Milham n-au luat în râs această idee. „Afirmaţiile psiho-biografice trebuie să-şi asume dubla sarcină de a fi nu doar adevărate, ci şi relevante“, scria Bradley Collins în cartea sa *Leonardo, psihanaliza şi istoria artei*.[53] Cred că întrebarea dacă Leonardo suferea de vreo formă de deficit de atenţie e relevantă, dar n-aş îndrăzni să dau un răspuns ferm pozitiv. S-ar putea spune că în spectrul comportamental cuprins între inhibiţie şi impulsivitate, ADHD ar fi manifestarea extremă a căutării noului – o trăsătură care cu siguranţă îl caracteriza pe Leonardo.

În autobiografia sa, matematicianul american de origine poloneză Mark Kac distinge două tipuri de genii:[54]

> În ştiinţă, ca şi în alte domenii ale activităţii umane, există două tipuri de genii: cei „obişnuiţi“ şi „magicienii“. Un geniu obişnuit e un individ cum am putea fi tu şi eu, cu condiţia să fim mult mai buni. Nu există nici un mister privind funcţionarea minţii lui. Odată ce înţelegem ce a făcut, simțim că şi noi am fi putut să facem asta. Altfel stau lucrurile cu magicienii. Ei sunt, ca să folosesc un termen din matematică, într-un subspaţiu ortogonal faţă de cel în care ne aflăm noi, iar funcţionarea minţii lor este cu totul de neînţeles. Chiar şi după ce înţelegem ce au făcut, procesul prin care au făcut acel lucru rămâne complet opac. Asemenea genii au rareori discipoli, pentru că nu pot fi imitate, şi trebuie să fie foarte frustrant pentru o minte tânără strălucită să facă faţă felului misterios în care funcţionează mintea magicianului.

V-aţi putea închipui că autorul s-a gândit la Leonardo când a scris acest straniu text, dar de fapt se referea la Richard Feynman, pe care Mark Kac îl considera „un magician de mare clasă“.

---

3. Citatul (preluat din Giorgio Vasari, *Vieţile celor mai de seamă pictori, sculptori şi arhitecţi*, Meridiane, Bucureşti, 1982) a fost uşor modificat pentru a corespunde textului original. Celelalte citate din Vasari sunt preluate din aceeaşi ediţie (n. red.).

TREI
Şi mai curios

Când Richard Feynman studia fizica la Princeton, i-a atras atenţia un articol de psihologie. Autorul sugera că „simţul timpului“ din creierul nostru este cumva determinat de o reacţie chimică implicând fierul. Feynman a tras rapid concluzia că „ astea sunt prostii“ – şirul raţionamentelor era prea ceţos şi avea prea mulţi paşi, fiecare putând fi greşit.[1] Problema în sine i s-a părut însă fascinantă – ce anume controlează percepţia timpului – şi s-a lansat în propriile sale cercetări, deşi subiectul n-avea nici o legătură cu preocupările lui de atunci.

A început prin a-şi dovedi sieşi că poate număra în minte într-un ritm constant. Apoi s-a întrebat ce influenţează acel ritm. Iniţial a crezut că are o legătură cu ritmul bătăilor inimii, dar după ce a repetat experimentul alergând în sus şi-n jos pe scări (crescându-şi astfel ritmul cardiac), s-a convins că acesta n-avea nici o influnţă. Apoi a încercat să numere în timp ce-şi pregătea lista cu rufele de spălat sau în timp ce citea ziarul, şi nici una din aceste activităţi nu părea să afecteze ritmul numărătorii. Şi-a dat seama în cele din urmă că exista un lucru pe care nu-l putea face în timp ce număra: nu putea vorbi, fiindcă, numărând, vorbea deja cu sine. A descoperit atunci că unul dintre colegii săi, cu care discutase problema, număra în gând folosind altă metodă: vizualiza mental o bandă mobilă cu numere pe ea. Colegul nu putea citi în timp ce număra, dar putea vorbi cu uşurinţă. Din aceste experimente aparent banale Feynman a dedus că până şi operaţia simplă de a număra în gând poate implica procese diferite în creierul unor oameni diferiţi: într-un caz a număra însemna înainte de toate „a vorbi“, iar în celălalt caz însemna „a privi“.

Apropo, dacă sunteţi curioşi, aflaţi să acum ştim că nu există o arie din creier dedicată în exclusivitate înregistrării trecerii timpului, sau vreun ceas intern în organism, ci sistemul responsabil de percepţia timpului (şi de oboseala la schimbarea fusului orar) e distribuit în creier, implicând cortexul cerebral, cerebelul şi ganglionii bazali. Genele

celulelor din ficat, pancreas şi alte organe menţin sincronizate diferitele părţi ale corpului. Bolnavii de Parkinson, de pildă, tind să judece greşit trecerea timpului în teste de estimare a duratelor.[2] Acest subiect continuă să fie intens cercetat.

Dorința de a explora fiecare fenomen care îl atrăgea l-a urmărit pe Feynman întreaga viață. Pe lângă contribuţiile sale excepţionale la teoria cuantică a electromagnetismului şi luminii, la teoria suprafluidităţii – care explică proprietatea heliului lichid de a curge fără frecare – şi la înţelegerea forţei nucleare slabe, responsabilă pentru unele dezintegrări radioactive, el a căutat fără încetare soluţii la probleme aparent banale, din viața de zi cu zi. Mintea sa iscoditoare părea să nu stabilească o ierarhie a subiectelor pe care le aborda. Într-o zi se străduia să găsească o teorie cuantică a gravitaţiei – o problemă extrem de grea, cu care se luptă şi astăzi cei mai mari fizicieni –, iar în altă zi se juca împăturind fâşii de hârtie în forme gen origami numite flexagoane.[3] La fel ca Leonardo, era intrigat de formarea valurilor pe suprafaţa mării sub acţiunea vântului, precum şi de frecarea suprafeţelor lustruite. S-a ocupat de subiecte aflate în avangarda cercetării, cum sunt informaţia şi entropia (o măsură a dezordinii sau a aleatoriului) în informatică[4], dar şi de mai prozaicele proprietăţi elastice ale anumitor cristale. Nici o problemă nu era prea măruntă sau prea stupidă pentru a o lua în seamă, atâta vreme cât putea fi abordată pe o cale originală, ceea ce explică de ce Feynman a fost numit „un Sherlock Holmes al fizicii“; putea lămuri cele mai uimitoare mici şi mari mistere ale cosmosului, folosind indicii pe care numai el le vedea.

Feynman nu era fermecat doar de ştiinţă. După o serie de dispute privind diferenţele dintre artă şi ştiinţă cu prietenul său artist Jirayr „Jerry“ Zorthian, Feynman a hotărât ca duminicile, alternativ, el să-i predea lui Zorthian lecţii de fizică, iar acesta să-l înveţe să deseneze. Zorthian povestea că au ajuns la acea înţelegere când Feynman a venit la el într-o dimineaţă devreme şi i-a spus: „Jerry, am o idee. Tu habar n-ai de fizică, eu habar n-am de artă, dar amândoi îl admirăm pe Leonardo da Vinci. Ce-ai zice dacă într-o duminică eu îţi ofer o zi de fizică, şi duminica următoare tu îmi oferi o zi de artă, iar în felul ăsta devenim amândoi Leonardo da Vinci?“[5] Feynman a explicat mai târziu motivul principal pentru care şi-a dorit să înveţe să deseneze: „Voiam să transmit o emoţie pe care mi-o trezeşte frumuseţea lumii. […] E un

sentiment de veneraţie – veneraţie ştiinţifică – pe care am simţit că l-aş putea comunica prin desen cuiva care a trăit și el emoția.“[6]

Pornind din direcţia opusă, de la o sensibilitate artistică, în esenţă era vorba de aceeaşi emoţie exprimată de Leonardo când scria: „Pictura sileşte mintea pictorului să se transforme în însăşi mintea Naturii, pentru a deveni un tălmăcitor al Naturii în artă.“[7]

ARTA ÎNSEAMNĂ EU, ŞTIINŢA ÎNSEAMNĂ NOI?[8]

După multe duminici în care Feynman a încercat să-l înveţe fizică pe Zorthian, învăţând totodată de la artist să deseneze, a devenit limpede că Feynman făcea unele progrese, în vreme ce Zorthian deloc. „Am renunţat la ideea de a-l face pe un artist să perceapă sentimentul pe care mi-l trezeşte natura, pentru ca *el* să-l poată reprezenta. Trebuie acum să-mi dublez eforturile de a învăţa să desenez, aşa încât s-o fac eu însumi“, scria Feynman.[9] Primul desen al lui Feynman care a fost vândut la o mică expoziţie de artă de la Caltech avea un titlu ştiinţific, *Câmpul magnetic al Soarelui.* A explicat cum l-a făcut: „Am înţeles cum reţine câmpul magnetic al Soarelui flăcările [unei protuberanţe solare] şi am deprins atunci o tehnică pentru a desena liniile câmpului magnetic (semănau cu părul despletit al unei fete).“ Fascinant, nu-i aşa? Leonardo a desenat curgerea turbulentă a apei ca pe o cosiță, iar Feynman a desenat câmpul magnetic al Soarelui ca pe un păr despletit!

Feynman împărtăşea cu Leonardo și convingerea că înţelegerea explicaţiei ştiinţifice şi a contextului unui fenomen natural nu scade cu nimic impactul emoţional, ci mai degrabă îl sporește. „Poeţii spun că ştiinţa răpeşte frumuseţea stelelor – simple sfere de atomi de gaz“[10], spunea el referindu-se la comentarii defăimătoare precum cele ale poetului romantic englez John Keats din secolul XIX, care scria indignat:[11]

Filozofia va reteza aripile unui înger,
Va cuceri toate misterele cu rigle şi linii,
Va goli aerul bântuit și mina ce-adăpostește gnomi –
Va destrăma un curcubeu.

Keats acuza cu naivitate ştiinţa că ucide curiozitatea. Poetul mistic

William Blake, contemporanul său, era de acord: „Arta e arborele vieţii“, scria el, „ştiinţa e arborele morţii.“[12] Blake a exprimat aceeaşi idee şi vizual. Într-o lucrare în peniţă cu cerneală şi acuarele intitulată Newton (figura 9), l-a înfăţişat pe faimosul fizician ţinând în mână un compas. Pentru Blake, acest compas (pe care l-a folosit şi când l-a reprezentat pe Dumnezeu în acuarela *Cel bătrân de zile*) era un instrument care constrânge imaginaţia. Newton pare atât de absorbit de figurile sale ştiinţifice, încât ignoră complet frumoasa stâncă din spatele lui, care pentru Blake simboliza pesemne lumea creatoare, artistică.

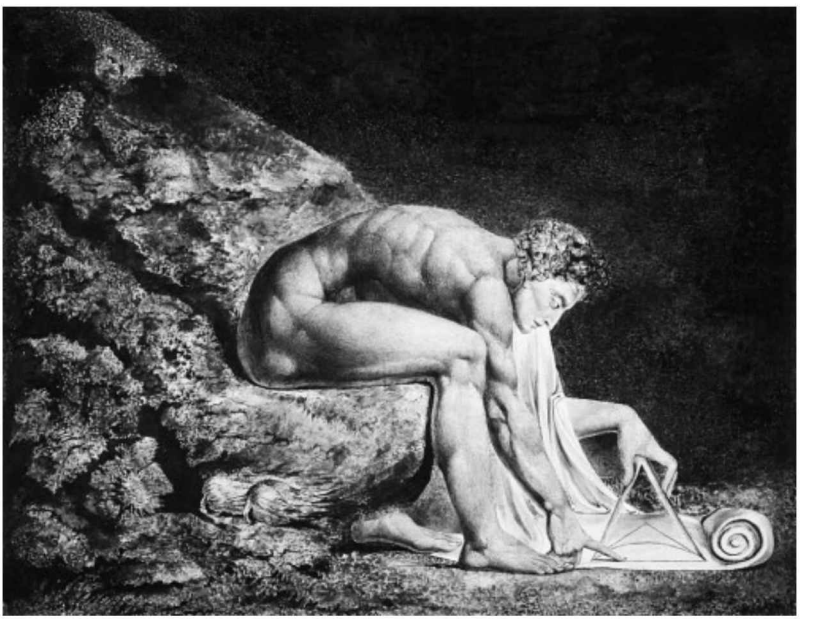


Figura 9

Feynman era de cu totul altă părere: „Şi eu pot vedea şi simţi stelele într-o noapte senină, dar văd oare mai puţin, sau mai mult? Vastitatea cerului îmi extinde imaginaţia – purtat de acest carusel [Pământul care se învârte], micul meu ochi poate capta lumina veche de un milion de ani [lumina care ajunge la noi de la distanţa de un milion de ani-lumină]. O imensă structură – din care fac şi eu parte – pesemne că substanţa mea a fost zvârlită dintr-o stea uitată. […] Care-i structura, sau înţelesul, sau *de ce*-ul? A şti câte ceva nu ştirbeşte misterul. Căci adevărul e cu mult mai minunat decât şi-au închipuit toţi artiştii din

trecut!“[13]

Pentru Feynman, a avea cunoştinţe ştiinţifice despre obiectele, fenomenele şi evenimentele cosmice ne face să apreciem şi mai mult frumuseţea naturii, iar curiozitatea noastră privind funcţionarea acestui univers magnific e amplificată, nu diminuată: „Cunoaşterea ştiinţifică nu face decât să sporească emoţia, misterul şi uimirea stârnite de o floare.“ După cum vom vedea în capitolul 4, cercetările moderne din psihologie şi neuroştiinţe susţin ideea că devenim mai curioşi atunci când ştim câte ceva despre un anumit subiect şi simţim că în cunoaşterea noastră există o lacună, decât dacă suntem complet ignoranţi.

Nu trebuie să rămâneţi cu impresia că Feynman desena numai subiecte legate de fizică, aşa cum sunt câmpurile magnetice. În tradiţia celor mai mulţi studenţi la arte plastice, folosea ca modele femei care acceptau să-i pozeze. Povestește o asemenea experienţă în cartea sa excentrică *Vă țineți de glume, domnule Feynman!*: „Următoarea fată pe care am întâlnit-o şi a vrut să-mi pozeze era studentă la Caltech. Am întrebat-o dacă ar poza nud. «Desigur», mi-a spus, şi s-a dezbrăcat imediat!“[14] „Îl interesa cu adevărat să deseneze, dar beneficiile colaterale erau fără îndoială fetele “, spunea Zorthian.[15]

Ştiu cine era acea studentă: Virginia Trimble, azi o bine-cunoscută astrofiziciană la Universitatea Irvine din California. „Feynman mă plătea cu cinci dolari și jumătate pe oră pentru pozat, oferindu-se în plus să mă înveţe toată fizica pe care o puteam înghiţi“, mi-a spus Trimble.[16] Au fost peste douăzeci de şedinţe. Una dintre ele era programată în ziua în care Feynman a fost anunţat că primise Premiul Nobel pentru Fizică. „A venit să-mi spună că trebuie să anulăm şedinţa“, și-a adus aminte Trimble râzând. În fotografia din figura 10 apare Trimble la ea acasă, mult mai târziu; un desen al lui Feynman atârnă pe peretele din spatele ei.

Figura 10

Am întrebat-o pe Trimble dacă în timpul şedinţelor de pozat, al lecţiilor de fizică şi al conversaţiilor cu Feynman a observat că el ar fi fost curios în privinţa unor subiecte fără prea mare legătură cu fizica fundamentală, specialitatea lui. „Desigur“, mi-a răspuns. „Odată, motivul pentru care lumânările strălucesc i-a trezit extrema curiozitate. Nu-i păsa de încercările anterioare de a înţelege problema – trebuia să se lămurească el însuşi. De asemenea“, a adăugat ea, „nu-i plăcea liniştea.“

Sora lui Feynman, astrofiziciana Joan Feynman, mi-a oferit informaţii suplimentare: „Era mai uşor pentru el să se gândească la o problemă de unul singur decât să citească tot ce scriseseră alţii despre ea, fiindcă asta însemna să citească şi lucruri false.“

Kathleen McAlpine-Myers, probabil modelul preferat al lui Feynman, spunea cam acelaşi lucru: „Nu ştiu dacă pot cu adevărat să explic, dar avea mereu o foarte mare curiozitate, în toate situaţiile. Nu

conta despre ce era vorba – orice situaţie îl incita şi trebuia să ştie ce urma să se întâmple.“[17] Această dorință de a explora personal totul amintește de cuvintele lui Leonardo: „Deşi pesemne că […] nu pot să citez din alţi autori, mă voi bizui pe ceva mult mai de seamă şi mai de preţ – experienţa.“ Într-adevăr, lăsând la o parte matematica înaltă, o pagină cu schițele lui Feynman din 1985 (figura 11) arată ca şi cum ar fi fost ruptă din caietele lui Leonardo.

Figura 11

În ciuda celor aproape cinci secole de progres ştiinţific care-i separă pe Feynman şi Leonardo, subiectele care i-au preocupat se suprapun uneori în chip minunat. De pildă, ambii erau intrigaţi de fizica luminii lumânărilor. Într-un manuscris intitulat *Codex Atlanticus* (datând de pe la 1508-1510), Leonardo a dedicat un text destul de lung „mişcării

flăcării“. Documentul rezumă experimentele amănunţite ale lui Leonardo privind arderea lumânărilor şi observaţiile sale asupra pâlpâirii flăcărilor (figura 12). Mai mult, textul demonstrează clar că Leonardo putea transforma concluziile sale pătrunzătoare legate de un fenomen în idei despre principiile universale care guvernau, credea el, toate procesele naturale. Paolo Galluzzi, specialist în Leonardo, spunea că acesta „consemna extraordinarul şir de gânduri provocate de lumânarea care ardea pe masa lui“, iar analogiile sale îndrăzneţe l-au condus la perspectiva unificatoare privind corpul uman şi lumea fizică.[18]

Figura 12

UN „DESEN NOSTIM“ VALOREAZĂ MAI MULT DECÂT O MIE DE CUVINTE

Moştenirea cea mai durabilă a lui Feynman în lumea fizicii apare sub forma unor diagrame pe care le-a născocit pentru a reprezenta grafic interacţiunile dintre particulele subatomice şi lumină. Aceste „desene nostime“, după cum le spunea Feynman, se numesc acum „diagrame Feynman“.[19] Două asemenea diagrame sunt prezentate în figura 13. Să înţelegem mai întâi ce înseamnă aceste diagrame, măcar în linii mari. Cea din stânga reprezintă doi electroni care se apropie unul de altul şi interacţionează schimbând între ei un foton „virtual“ (neobservat), care

transportă forţa electromagnetică. Diagrama exprimă faptul că doi electroni, ambii cu sarcină negativă, se resping reciproc când interacţionează în spaţiu şi timp. În diagrama din dreapta, un neutron şi o particulă foarte uşoară (şi care interacţionează foarte slab) numită neutrin interacţionează schimbând o particulă virtuală W^- – unul din purtătorii forţei nucleare slabe – pentru a produce un proton şi un electron.

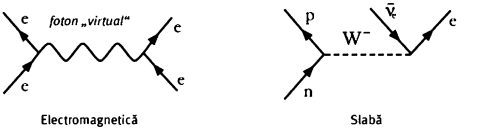


Figura 13

Importanța reprezentării grafice a acestor procese fizice fundamentale e enormă. La fel cum Leonardo şi-a folosit talentul artistic pentru a reprezenta realitatea captată de ochiul nostru (dezvăluindu-ne în acelaşi timp câte ceva despre funcţionarea minţii lui), Feynman şi-a folosit intuiţia fizică pentru a reprezenta grafic lumea subatomică nevăzută. Diagramele nu erau simple desene cu caracter simbolic, ele ofereau o rețetă precisă pentru *calculul* probabilităţilor tuturor proceselor „virtuale“ care contribuiau la interacţiunea studiată şi generau predicţii teoretice care puteau fi comparate direct cu rezultatele experimentale. De pildă, această nouă metodă de a gândi a condus în cele din urmă la prezicerea intensităţii câmpului magnetic produs de minusculul magnet asociat cu electronul. Acordul dintre acel construct teoretic şi măsurătorile experimentale se află în limitele unei erori de câteva părţi pe bilion![20]

Diagramele Feynman le-au oferit fizicienilor un nou şi puternic instrument. Feynman spunea că ele adăugau ceva ce lipsea din calculele pure: o îndrumare clară privind felul în care trebuie procedat la fiecare pas – aspect care nu putea fi generat decât prin vizualizare. De fapt, Feynman credea că până şi Einstein şi-a pierdut din geniu odată ce a apelat numai la calcule. I-a spus odată fizicianului Freeman Dyson (și Dyson a fost de acord) că marea contribuție a lui Einstein a izvorât din intuiţie fizică, iar Einstein a încetat apoi să creeze pentru că

a încetat să gândească în imagini fizice concrete, şi a devenit un mânuitor de ecuaţii.[21]

RICHARD BUN LA TOATE

Deşi principala sa contribuţie a fost în fizică, Feynman a reflectat adesea la raportul fizicii cu alte ramuri ale ştiinţei.[22] A observat că, de fapt, chimia teoretică e aplicarea regulilor mecanicii cuantice, deci e o parte a fizicii, chiar dacă uneori e greu să faci predicţii precise în chimie, din cauza complexităţii sistemelor implicate. Îndreptându-şi atenţia spre biologie şi ajutat de colegii săi de la Caltech, Feynman a întreprins cercetări serioase în domeniu, având o contribuţie originală la studiul mutaţiilor din gene. Îi plăcea să sublinieze că, în mod fundamental, procesele vieţii, de la circulaţia sângelui şi transmiterea informaţiei prin nervi la funcţionarea văzului şi auzului, sunt toate guvernate de legile fizicii. În esenţă, la fel gândea şi Leonardo, deşi nu ştia care sunt acele legi. Într-una dintre faimoasele sale *Lecţii de fizică*[4], Feynman a încercat să explice în detaliu principiile fundamentale ale funcţionării enzimelor, proteinelor şi ADN-ului.[23] Recunoscând complexitatea inerentă a componentelor şi proceselor biologice, el s-a văzut totuşi obligat să sublinieze că există o bază solidă pentru înţelegerea vieţii din perspectiva fizicii: „Toate lucrurile sunt alcătuite din atomi“, prin urmare „tot ce fac fiinţele vii poate fi înţeles în termenii vibrațiilor și oscilațiilor atomilor“. Oricât de vag sună această afirmație, pentru majoritatea omenilor de ştiinţă reprezintă un adevăr incontestabil.

Feynman a fost captivat de faptul că astrofizicienii descoperiseră sursa de energie care alimentează Soarele şi stelele – reacţiile de fuziune nucleară care combină atomi uşori pentru a forma atomi mai grei, în furnalele extrem de fierbinţi din miezul stelelor. Astăzi, astronomia şi fizica sunt atât de strâns împletite, încât Premiul Nobel pentru fizică se acordă uneori pentru descoperiri din astronomie.

Astrofizica i-a oferit lui Feynman încă un prilej de a-şi exprima opinia că înţelegerea ştiinţei aflate la baza fenomenelor naturale le sporește semnificaţia emoţională. Mai întâi, s-a plâns de faptul că poeţii nu par să admire cunoștințele uimitoare despre planete și stele la care

am ajuns: „Ce fel de oameni sunt poeţii care pot vorbi de Jupiter ca şi cum ar fi un om, dar, dacă e o uriaşă sferă rotitoare de metan şi amoniac, rămân tăcuţi?“ Apoi a ajuns chiar să-şi publice nemulțumirile față de poeți în paginile ziarului *Los Angeles Times*. Ca răspuns, doamna Robert Weiner i-a scris lui Feynman că „poeţii moderni scriu practic despre orice, inclusiv despre spaţiile interstelare, deplasarea spre roşu şi quasari“.[24] Ea a inclus în scrisoare o copie a poemului lui W.H. Auden *After Reading a Child's Guide to Modern Physics*. Feynman n-a fost convins. În răspunsul său din 24 octombrie 1967, a observat că poemul nu face decât să-i confirme convingerea că poeţii moderni „nu manifestă nici o prețuire afectivă faţă de acele aspecte ale Naturii care au fost dezvăluite în ultimele patru secole“.

Lui Feynman îi plăcea să spună o poveste (care s-ar putea să fie apocrifă) pusă astăzi pe seama fie a astrofizicianului Arthur Eddington, fie a fizicianului Fritz Houtermans, ambii cu contribuţii la descoperirea faptului că stelele sunt alimentate de „reactoarele“ nucleare de fuziune din miezul lor. Povestea spune că Eddington (sau Houtermans) şi iubita lui priveau cerul înstelat, iar ea a exclamat: „Uite ce frumos strălucesc stelele!“[25] La care Eddington (sau Houtermans) a răspuns: „Da, şi în momentul ăsta sunt singurul om din lume care ştie *de ce* strălucesc.“ Tânăra doar a râs. Important aici nu este dacă povestea e sau nu adevărată. Charlotte Riefenstahl, iubita şi apoi soţia lui Houtermans, era fiziciană şi cu siguranţă a înţeles foarte bine importanţa descifrării sursei puterii stelare. Povestea e semnificativă fiindcă Feynman *credea* că este adevărată, iar pentru el reprezenta încă o dovadă a faptului că „poezia“ ştiinţei nu e recunoscută şi prețuită.

Deloc surprinzător, Feynman a indicat meteorologia şi geologia drept domeniile în care predicţiile fizicienilor n-au avut prea mult succes. În privinţa prognozelor meteo, a vorbit despre înţelegerea relativ precară a curgerii turbulente (un subiect care l-a preocupat, incomplet lămurit şi azi), iar în privinţa ştiinţelor Pământului a remarcat lacunele în cunoaşterea fenomenelor vulcanice şi curenţilor care circulă în interiorul Pământului. Feynman nu ezita să-şi recunoască ignoranţa: „Știm mult mai puţin despre Pământ decât despre materia din stele.“ A adăugat însă apoi, cu un amestec de dezamăgire și speranţă: „Matematica implicată pare deocamdată prea dificilă, dar probabil că nu peste mult timp cineva își va da seama că e o problemă importantă şi o

va rezolva.“ Altfel spus, spera ca cineva să fie la fel de curios ca el şi să abordeze acea problemă grea.

Pesemne că domeniul cel mai complex şi mai fascinant de care s-a ocupat Feynman în încercarea de a lega fizica de alte ştiinţe a fost psihologia. Aici, curiozitatea lui s-a manifestat cel mai spectaculos prin următoarea întrebare: „Când un animal învaţă ceva, el poate face un lucru altfel decât îl făcea înainte, iar celulele din creierul lui trebuie să se fi modificat şi ele, dacă sunt alcătuite din atomi. *În ce mod sunt diferite?*“ Reflectând atitudinea unei epoci în care nu existau tehnici precum imagistica prin rezonanţă magnetică funcţională sau experimentele de stimulare magnetică transcraniană, care să ofere imagini ale creierului în stare de funcţionare, Feynman adăuga: „Nu ştim unde să ne uităm sau ce să căutăm atunci când ceva e memorat.“ Chiar şi în acest caz, pe jumătate glumind, a văzut cu perspicacitate o cale de progres prin rezolvarea la început a unei probleme mai simple: „Dacă ne-am putea face o idee despre cum funcţionează un *câine* am avansa destul de mult.“

Ce l-a făcut pe Feynman să fie atât de deosebit de mulţi dintre colegii săi a fost capacitatea de a vedea mai departe. Artistul Zorthian, prietenul său, scria că l-a auzit odată pe Murray Gell-Mann, un strălucit fizician, coleg cu Feynman la Caltech, plângându-se în legătură cu ceea ce numea „distracţiile“ lui Feynman; „Avem nevoie de părerile lui la Caltech, avem nevoie să ne vorbească despre fizică. Şi el ce face? Dispare şi-şi petrece tot timpul cu fete, toboşari bongo şi artişti.“[26]

Te-ai aştepta ca un om cu vastele cunoştinţe ale lui Feynman, cu înflăcărata curiozitate şi interesul pentru fiecare domeniu al fizicii fundamentale să fie un puternic susţinător al ceea numim acum „teoria universală“ – un cadru care ar cuprinde şi explica toate particulele elementare şi ar unifica toate forţele fundamentale din natură. Feynman însă ezita. „Oamenii cred că se află foarte aproape de răspuns, dar eu nu cred asta“, recunoştea el.[27] Feynman se îndoia chiar de existenţa unei asemenea teorii: „Dacă natura are sau nu o formă ultimă, simplă, unificată, frumoasă e o întrebare rămasă în suspensie, iar eu nu vreau să spun nici da, nici nu.“

În cele din urmă a recunoscut că până şi curiozitatea sa neostoită şi-ar putea atinge limitele. La fel cum Leonardo a trebuit să accepte că peştera văzută în munţi putea conţine „lucruri minunate“ care îi erau

inaccesibile, şi Feynman a recunoscut: „Nu-i nevoie să cunosc răspunsul. Nu mă înspăimântă faptul că nu ştiu, că rătăcesc într-un univers misterios fără vreun scop. […] Asta nu mă sperie.“

E interesant de observat că mai există şi un alt domeniu în care Feynman şi Leonardo s-au implicat, chiar dacă, dat fiind uriaşul decalaj tehnologic între epocile în care au trăit, s-au manifestat diferit. Este vorba despre simplul act de a scrie.

CÂŢI ÎNGERI POT DANSA PE GĂMĂLIA UNUI AC?

E bine-cunoscut faptul că Leonardo şi-a scris majoritatea însemnărilor în oglindă: pornea de la marginea dreaptă a paginii şi scria spre stânga, aşa încât doar reflectat în oglindă textul lui se putea citi normal. Nu ştim de ce a apelat Leonardo la acest procedeu, dar în notele simple adresate altora scria de la stânga la dreapta. Există cel puţin două teorii, una conspirativă, cealaltă mai curând practică. Prima teorie sugerează că Leonardo încerca să-şi ascundă ideile fie faţă de cei care ar fi putut să-i fure invenţiile, fie faţă de Biserică, ale cărei învăţături puteau intra în contradicţie cu observaţiile lui. A doua teorie afirmă că, deoarece Leonardo era stângaci, scriind de la stânga la dreapta, cerneala umedă s-ar fi întins pe pagină.

Trebuie spus că Galluzzi e convins de falsitatea teoriei conspirative.[28] El a subliniat că scrisul de la dreapta la stânga e cât se poate de firesc pentru stângaci. „În plus“, remarca el, „scrisul în oglindă e o metodă stupidă de a ascunde ceva, din moment ce textul poate fi citit foarte uşor cu ajutorul unei oglinzi.“

Feynman şi-a manifestat interesul pentru procesul scrierii într-o conferinţă din 1959. El a început cu o întrebare surprinzătoare: „De ce nu putem scrie toate cele 24 de volume ale *Enciclopediei Britanice* pe gămălia unui ac?“[29] Apoi, cu logica sa ascuţită, a analizat problema. Estimările erau simple. Cum gămălia unui ac are diametrul de 1/16 dintr-un inch, aria ei este de vreo 25 000 de ori mai mică decât aria tuturor paginilor *Enciclopediei Britanice*. Prin urmare, a dedus Feynman, nu ne rămâne decât să reducem dimensiunea scrisului de 25 000 de ori. La fel ca Leonardo însă, Feynman nu se oprea după ce identifica problema, şi s-a apucat să examineze dacă legile fizicii

permiteau acest lucru. A observat că în urma unei asemenea micşorări fiecare punct dintr-o reproducere lizibilă a enciclopediei tot ar conţine în suprafaţa sa vreo mie de atomi, deci „există fără îndoială destul spațiu pe gămălia unui ac“. A adăugat că un asemenea text putea fi citit chiar şi cu tehnologia de la sfârșitul anilor 1950.

De la *Enciclopedia Britanică*, Feynman a trecut apoi la toată informaţia importantă pe care oamenii au consemnat-o în cărţi de-a lungul întregii lor istorii culturale. El a estimat că toată cunoaşterea putea fi conţinută în vreo 24 de milioane de volume. Aşadar, chiar şi fără codificare, prin simpla reproducere a ceea ce există şi prin micşorare s-ar ajunge la o suprafață nu mai mare decât cea a 35 de pagini din *Enciclopedia Britanică*. A recunoscut că prin nici o tehnică existentă la acel moment nu se putea realiza o asemenea scriere, dar a insistat că sarcina nu era imposibilă. Pentru a duce mai departe ideea, a oferit 1 000 de dolari oricui ar micşora o pagină tipărită de 25 000 de ori, aşa încât să poată fi totuşi citită.

Feynman avea dreptate. Premiul a fost până la urmă acordat în 1985, când Tom Newman, pe atunci student la Universitatea Stanford, a reuşit să obţină micşorarea dorită folosind aceeaşi tehnologie ca la imprimarea circuitelor pe un cip de calculator.[30] El a redus prima pagină din *Povestea celor două orașe* la o suprafață de 5,9 × 5,9 micrometri. Texul rezultat putea fi citit cu un microscop electronic, ceea ce confirma legendara intuiţie a lui Feynman.

Nanotehnologia de azi – manipularea materiei la scară atomică sau moleculară – produce în mod curent miniaturizări fantastice. De pildă, Joel Yang de la Universitatea de Tehnologie şi Design din Singapore a reuşit să facă o copie minusculă după tabloul lui Claude Monet *Impresie, răsărit de soare*, care a dat numele curentului impresionist.[31] Prin înlocuirea vopselelor de ulei cu bare de siliciu la nanoscară, Yang a produs o copie a capodoperei cu diagonala de doar o sutime de inch. În mod asemănător, Nano Biblia este un cip placat cu aur, de dimensiunea unei gămălii, pe care e gravată întreaga Biblie ebraică – peste 1,2 milioane de litere.[32]

ULTIMA CURIOZITATE

Pesemne că cea mai uimitoare dovadă a spiritului iscoditor al lui Feynman a fost adusă de mărturia emoţionantă a surorii lui mai mici, astrofiziciana Joan Feynman, despre ultimele sale zile: „Acest om, care fusese în comă o zi şi jumătate şi nu se mişcase deloc, îşi ridică mâinile ca un magician, ca şi cum ar spune «N-am ascuns nimic în mânecă», apoi îşi pune mâinile sub cap. Voia să spună că atunci când eşti în comă poţi să auzi şi să gândeşti.“[33]

Ea a adăugat că puţin mai târziu Feynman şi-a revenit pentru scurt timp din comă şi a remarcat cu umor: „Moartea asta e plictisitoare, n-aş vrea s-o repet.“[34] Au fost ultimele sale cuvinte. Pe Joan a impresionat-o faptul că, până la ultima suflare, Feynman „s-a gândit să le mai ofere celor vii informaţii despre viaţă, natură şi cum e să mori. Continua să observe natura în timp ce ne părăsea“.

Feynman a murit imediat după miezul nopţii, pe 15 februarie 1988. Poate că aceste cuvinte ale sale îi rezumă cel mai bine personalitatea: „Nu ştiu nimic, dar ştiu că totul e interesant dacă pătrunzi suficient de adânc.“

Pe 10 octombrie 1517 Leonardo a fost vizitat de cardinalul Louis de Aragon. Pe lângă descrierea a trei tablouri pe care Leonardo i le-a arătat, Antonio de Beatis, secretarul cardinalului, a notat despre Leonardo: „Acest domn a alcătuit un tratat special de anatomie, cu desene prezentând nu numai membrele, dar şi muşchii, nervii, venele, articulaţiile, intestinele şi tot ce se poate închipui despre trupurile bărbaţilor şi femeilor, aşa cum nimeni n-a mai făcut vreodată. Le-am văzut pe toate acestea cu ochii mei. […] A scris şi despre natura apei, despre felurite maşinării, precum şi despre alte lucruri, într-un număr nesfârşit de volume.“[35]

Leonardo a murit în Franţa, în castelul Cloux, pe 2 mai 1519. „Când credeam că învăţ cum să trăiesc, învăţam cum să mor“, scrisese el cândva.[36] Deşi descrierea picturală a morţii lui Leonardo în braţele regelui Francisc I, oferită de Vasari, este probabil doar o legendă poetică, nu încape îndoială că regele a recunoscut pe deplin măreţia lui Leonardo. Sculptorului Benvenuto Cellini, care avea să fie angajat de Francisc I, regele i-a mărturisit că „n-a crezut să fi existat vreodată un om care să ştie atât de multe ca Leonardo, nu doar în domeniul picturii, sculpturii şi arhitecturii, căci el a fost şi un foarte mare filozof“.

Leonardo şi Feynman reprezintă în mod cert limita superioară a

curiozității umane. Ambii aveau capacitatea de a transforma chiar şi slăbiciunea umană (şi propria lor slăbiciune) într-un prilej de a descifra marele mister al cosmosului. Dar în esenţă toţi oamenii (poate cu excepția celor afectați de depresii severe sau de leziuni cerebrale) sunt curioși, în măsură mai mică sau mai mare. Cu fiecare copil care se naște apare o sursă puternică de curiozitate.

Ce putem oare afla despre curiozitate în general, studiindu-i pe Leonardo şi Feynman? Cel puţin un lucru e clar: mecanismele creierului care produc curiozitatea nu sunt nici cele responsabile de capacităţi matematice superioare (pe care Leonardo nu le avea), nici cele legate de talente artistice excepţionale (pe care Feynman nu le avea). În schimb, *o condiție necesară curiozității acute pare să fie capacitatea de procesare a informaţiei*. Pentru a fi excepţional de curios în legătură cu atât de multe subiecte, aşa cum erau Leonardo şi Feynman („îl încânta curiozitatea faţă de natură“, îmi spunea Joan Feynman despre fratele ei), e nevoie nu numai de o capacitate cognitivă superioară, dar şi de mecanisme cerebrale care atribuie o mare valoare învăţării şi dobândirii cunoaşterii. Acestea, la rândul lor, necesită o procesare foarte eficientă a datelor.

Care sunt aşadar opiniile ştiinţifice contemporane privind natura, funcționarea şi obiectivele curiozităţii? În capitolele 4 şi 5 voi prezenta câteva idei şi experimente din psihologia modernă, iar în capitolul 6 voi vorbi pe scurt despre primele rezultate fascinante din neuroştiinţe. Prin natura lor, aceste trei capitole sunt ceva mai tehnice decât restul cărţii, şi conțin descoperiri recente prin care înţelegerea curiozităţii a progresat mult.

---

4. *Lectures on Physics*, apărute integral în traducere românească, sub titlul *Fizica modernă*, Editura Tehnică, București, 1969–1970, şi într-o selecţie conţinând câteva capitole, sub titlul *Șase lecții ușoare*, Humanitas, București, 2020 (n. red.).

PATRU
Curios în privinţa curiozităţii: Lipsa informaţiei

Psihologul Paul Silvia de la Universitatea din Greensboro, Carolina de Nord, îşi începea astfel unul dintre articolele sale despre curiozitate şi motivaţie: „Curiozitatea e un concept vechi în studiul motivaţiei umane şi, ca multe dintre problemele importante din psihologie, problema curiozităţii pare suficient de simplu de abordat ca să fie incitantă, dar prea complicată ca să fie rezolvată.“[1] Comentariul lui Silvia e recent, datează din 2012, aşa încât n-ar trebui să ne mire că psihologii Charles Spielberger şi Laura Starr de la Universitatea din Florida au făcut, cu aproape două decenii înainte, o afirmaţie asemănătoare: „Cu toate eforturile depuse de mulţi cercetători care au studiat curiozitatea şi comportamentul explorator, în literatura de specialitate apar perspective teoretice diverse şi rezultate empirice contradictorii.“[2] Într-adevăr, faptul că natura motivaţională a curiozităţii a generat teorii psihologice orientate în diferite direcţii arată că e un domeniu de cercetare fluid, în care n-am ajuns încă la o teorie riguroasă cuprinzătoare. Curiozitatea e adesea asociată cu alte elemente psihologice caracterizând conştiinţa umană, iar conştiinţa umană, după cum spunea filozoful Daniel Dennett, „este aproape ultimul mister care supravieţuieşte“.[3] Dennett voia să spună că, în vreme ce ştim cum să concepem noţiuni complexe precum spaţiul, timpul şi legile naturii (chiar dacă nu avem încă o teorie definitivă a lor), conştiinţa „rămâne astăzi singurul subiect care-i derutează şi-i lasă fără replică pe cei mai sofisticaţi gânditori“.

Problema abordării globale a naturii curiozităţii e agravată de faptul că nu există o definiţie unanim acceptată a termenului *curiozitate*. Prin urmare, fenomene diverse precum pornirea de a explora adâncul oceanelor şi emoţia provocată de urmărirea jocului *Jeopardy*[5] la televizor sunt adesea grupate sub aceeaşi umbrelă a curiozităţii. În plus, neuroştiinţa fiind o disciplină mult mai tânără decât psihologia,

substratul neuronal al curiozităţii e încă şi mai puţin înţeles decât cel psihologic.

În ciuda acestor dificultăţi, graţie progreselor recente din psihologia cognitivă şi a dezvoltării tehnicilor de neuroimagistică, s-au făcut şi continuă să se facă paşi importanţi atât în cercetările privind stimulii şi mecanismele curiozităţii, cât şi în identificarea regiunilor cerebrale care sunt activate prin trezirea şi satisfacerea curiozităţii.

Pentru a nu intra deocamdată în detalii, voi adopta iniţial definiţia curiozităţii în formularea generală dată de cognitiviştii Celeste Kidd si Benjamin Hayden de la Universitatea din Rochester: curiozitatea este o apetenţă motivaţională pentru informaţie.[4] Și mai simplu: curiozitatea e dorinţa de a şti de ce, cum sau cine. Mai târziu, va trebui să folosim o definiţie mai precisă, în special ținând cont de investigaţiile cognitiviste şi neuroştiinţifice.

Înainte de a discuta ideile ştiinţifice despre esenţa curiozităţii, vreau să încep cu o întrebare (cel puţin la prima vedere) mai simplă: Ce anume stârneşte de regulă curiozitatea oamenilor în viaţa de zi cu zi? Ca primă tentativă de a răspunde la întrebare, am efectuat un mic sondaj de opinie, neştiinţific, printre câţiva dintre colegii mei. I-am rugat să-mi spună ce le atrage curiozitatea cel mai mult, în afară de preocupările profesionale. Nu mă interesa dacă au cedat vreodată ispitei de a se uita într-un jurnal deschis, ci voiam să aflu subiectele cărora le dedicaseră ceva timp şi de care fuseseră suficient de atraşi pentru a le cerceta fie prin lecturi şi discuţii, fie prin navigarea pe internet şi vizionarea unor emisiuni TV.

Dintre cei şaisprezece intervievaţi, n-au existat doi care să indice acelaşi subiect. Unul era interesat de problema „natură/cultură“, încercând să înţeleagă dacă ereditatea sau mediul e factorul principal care influenţează dezvoltarea şi personalitatea omului. Numai alţi doi au menţionat subiecte oarecum înrudite cu acesta. Unul era curios în legătură cu procesele din creier prin care învaţă copiii; altul voia să ştie dacă există diferenţe fiziologice clar decelabile între creierele oamenilor care au „o minte deschisă“ şi cele ale oamenilor cu vederi foarte rigide. De fapt, ambele subiecte sunt direct legate de curiozitate, fiindcă unul dintre principalele „obiective“ ale curiozităţii se crede că e maximizarea învăţării, iar curiozitatea este de asemenea una dintre faţetele caracterului „deschis“. Aşa încât, într-un fel, ambii colegi erau curioşi

în privința curiozității.

Doi respondenți erau curioși în legătură cu anumite aspecte din sport: unul voia să cunoască amploarea reală a dopajului în diferitele discipline sportive, pe celălalt îl preocupa știința din spatele sporturilor. Pe alți doi îi interesau subiecte legate de Pământ: istoria geologică a planetei și lumea puțin explorată din adâncul oceanelor. Doi respondenți s-au referit la istorie: al Doilea Război Mondial și Revoluția Industrială. Ceilalți colegi aveau fiecare propriile lor subiecte în legătură cu care erau curioși: obiecte de anticariat, vinuri, date caracterizând viețile oamenilor, culori și forme în decorațiunile interioare, linii aeriene, dezmembrarea coloniilor de albine și realizările activiștilor sociali de seamă.

Chiar și acest experiment nesistematic a dezvăluit câteva aspecte interesante. Unele subiecte reflectau ceea ce am putea numi hobby-uri personale, adică preocupări inițiate de plăcere sau pentru relaxare, cum sunt decorațiunile interioare, vinurile și obiectele de anticariat. Alte subiecte păreau să fi trezit curiozitatea fiindcă sunt surprinzătoare sau neașteptate, de exemplu, dezmembrarea coloniilor de albine – dispariția bruscă a albinelor lucrătoare – și uimitoarele dezvăluiri privind amploarea dopajului în ciclism, în baseball și chiar în tenis. Altă trăsătură distinctivă care pare să se afle la originea curiozității este ceea ce Laura Schultz, cercetătoare cognitivistă de la MIT, numește „dovada confuză“, adică situații atât de ambigue, încât nu poți alege între ipoteze sau idei concurente, ori informația existentă nu e suficientă pentru a trage concluzii ferme.[5] Temele din această categorie sunt dilema natură/cultură și problema observării în creier a deschiderii mentale și intoleranței.

De ce anume e interesată majoritatea populației Statelor Unite? Pentru răspuns, am examinat cele mai căutate articole din Wikipedia în anii 2012, 2013, 2014 și 2015. În fruntea listei erau companiile de tehnologie și mediile lor sociale, sau produsele informatice (precum Facebook, Google, YouTube, Instagram, Wiki), anumite filme și emisiuni de televiziune cu mare succes comercial (*The Hunger Games*, *Breaking Bad*, *The Avengers*, *The Dark Knight Rises*, *Star Wars: The Force Awakens*), decesul unor persoane faimoase (Neil Armstrong, Whitney Houston, Dick Clark, Margaret Thatcher, Nelson Mandela, Robin Williams, Oliver Sacks, Yogi Berra), viețile celebrităților (Kate

Middleton, Kim Kardashian, Miley Cyrus) şi evenimente sportive (Cupa Mondială FIFA, 2014).

Acest studiu simplu pe internet a sugerat câteva elemente suplimentare care pot induce curiozitatea. De exemplu, interesul pentru noi produse tehnologice reflectă căutarea noutăţii şi pornirea de a afla. Fascinaţia faţă de vieţile (şi morţile) celebrităţilor poate fi pesemne încadrată în categoria „bârfelor“, iar bârfa (după cum vom vedea în capitolul 7) a jucat probabil un rol important în succesul nostru evolutiv. Trebuie totuşi observat că lista de pe Wikipedia e dominată de preocupările celor relativ tineri. De pildă, pe 25 decembrie 2015, 48,5% dintre „dependenţii“ de internet care foloseau Instagramul aveau între 18 şi 34 de ani, iar numai 5,5% aveau peste 65 de ani.[6]

Deşi natura extrem de diversă a listei de subiecte care stârnesc curiozitatea poate părea copleşitoare la prima vedere, psihologii au născocit modalităţi ingenioase de a grupa asemenea subiecte într-un număr mai mic de categorii. Să ne amintim că psihologul Daniel Berlyne[7] a cartografiat curiozitatea în două dimensiuni: pe o axă varia de la curiozitate *specifică* (dorinţa sau nevoia de a obţine o anumită informaţie) la curiozitate *difuză* (căutarea neîncetată a stimulării pentru a evita plictiseala); pe cealaltă axă varia de la curiozitate *perceptivă* (declanşată de stimuli surprinzători, ambigui sau noi) la curiozitate *epistemică* (dorinţa reală de a căpăta noi cunoştinţe). Deşi nu e singura, clasificarea lui Berlyne e utilă pentru că ne permite să localizăm pe un grafic orice tip de curiozitate. De pildă, curiozitatea declanşată de dovezi confuze sau cea care motivează cercetarea ştiinţifică se află în cadranul epistemic-specific – căutăm informaţii care ne vor ajuta să alegem între diferitele variante sau să lămurim o situaţie încâlcită. În fond, scopul cercetătorilor e să găsească răspunsuri la întrebări bine definite. Pe de altă parte, curiozitatea care ne îndeamnă să răsfoim continuu Twitter-ul, să citim tabloide sau să ne verificăm mesajele se află în zona difuz-perceptivă – oamenii caută distracţii, emoţii sau surprize. După cum vom vedea în capitolul 6, deosebirea dintre curiozitatea *perceptivă* (declanşată de noutate) şi cea *epistemică* (dorinţa de cunoaştere) se poate manifesta prin activarea unor regiuni diferite ale creierului.

Berlyne are meritul de a fi adus în prim-planul psihologiei noţiunea de curiozitate. O simplă comparaţie a *Psychological Abstracts* dinainte

de 1960, anul când a apărut cartea lui Berlyne *Conflict, Arousal and Curiosity*, şi un volum mai recent demonstrează impactul său asupra acestui domeniu de cercetare. Mai târziu, Berlyne, care era şi un talentat pianist şi un mare iubitor de artă, a devenit curios în privința esteticii, punându-şi întrebarea ce face ca anumite opere de artă să fie atrăgătoare.[8] Deşi era un om rezervat şi timid, care, după cum mărturiseau prietenii lui, obişnuia să stea liniştit într-un colţ sorbind gin tonic la dineurile organizaţiilor psihologice,[9] a avut o mare influenţă asupra cercetărilor de laborator şi asupra comunității psihologilor în general.

Berlyne a mai avut o contribuţie importantă şi durabilă la studiul curiozităţii prin identificarea unei clase de factori care, în opinia lui, determinau dacă ceva e interesant şi merită să fie explorat. Aceşti factori sunt noutatea, complexitatea, incertitudinea şi contradicția. *Noutatea* se referă la subiecte sau fenomene care nu pot fi uşor clasificate în cadrele experienţelor şi aşteptărilor anterioare. De pildă, descoperirea unei noi specii biologice sau prima apariţie a telefonului inteligent. *Complexitatea* identifică acele obiecte sau evenimente care nu se conformează unor tipare obişnuite, ci conțin o diversitate de componente slab integrate. Acest concept e folosit, de exemplu, pentru a descrie evenimente din economie, în care mulţi oameni şi multe companii încearcă să înţeleagă comportamentul pieţii, bazându-se pe orice informaţie posedă şi generând în mod colectiv situații la care trebuie să reacţioneze rapid. *Incertitudinea* (mă voi întoarce la ea în secţiunea următoare) caracterizează situaţii în care e posibil orice rezultat. Cine urmăreşte prognoza meteo știe ce înseamnă incertitudinea; în ciuda modelelor sofisticate pe computer şi a noii tehnologii, meteorologii se întâmplă încă să greşească. În fine, *contradicția* descrie împrejurările în care noua informaţie e incompatibilă cu cunoaşterea existentă sau cu ideile preconcepute (ca atunci când s-a descoperit că în Irak de fapt nu existau arme de distrugere în masă), ori împrejurările în care nu e clar dacă trebuie să răspunzi prin acţiune sau să rămâi inactiv. Rezumând contribuţiile lui Berlyne, psihologul Vladimir Konečni scria în necrologul din 1978 că Berlyne „a vrut să ştie de ce manifestă organismele curiozitate şi de ce îşi explorează mediul, de ce caută cunoaştere şi informaţie, de ce privesc tablouri sau ascultă muzică, ce le dirijează șirul gândurilor“.[10]

Găsesc interesant faptul că până şi exerciţiul meu naiv şi subiectiv de a-mi intervieva colegii a identificat cel puţin două elemente care alimentează curiozitatea: surpriza (care declanşează curiozitatea perceptivă) şi dovada confuză (care generează setea de cunoaştere sau curiozitatea epistemică).

Care sunt aşadar principalele şcoli de gândire în legătură cu cauzele şi procesele mentale implicate în curiozitate? (Voi discuta aspectele neuroştiinţifice în capitolul 6.)

LACUNA

La fel ca multe alte tendinţe din psihologia modernă, unele dintre primele idei despre curiozitate au fost inspirate de opera filozofului şi psihologului William James. Clarvăzător şi folosind termeni cognitivişti actuali, James susţinea la sfârşitul secolului XIX că ceea ce el numea „mirare metafizică“ sau „curiozitate ştiinţifică“ era o reacţie a „creierului filozofic“ la o „incoerenţă sau lacună în […] cunoaştere, la fel cum creierul muzical reacţionează la disonanţă atunci când o aude“.[11] Curiozitatea, spunea el, reprezintă dorinţa de a afla mai mult despre acele lucruri pe care nu le înţelegem. Un secol mai târziu, psihologul George Loewenstein de la Carnegie Mellon a dat o versiune teoretică a acestor noţiuni – un cadru foarte util numit „teoria informaţiei-lipsă“.[12]

Ideea de bază a acestui scenariu pentru explicarea curiozităţii e simplă (odată găsită!). Se porneşte de la presupunerea rezonabilă că avem unele idei preconcepute despre lumea din jurul nostru şi, de fapt, despre orice subiect, şi suntem în căutarea coerenţei. Când întâlnim fapte care par incompatibile cu cunoaşterea noastră anterioară, reală sau închipuită, cu modelul nostru predictiv interior sau cu prejudecăţile noastre, apare o „lacună“. Vrem să eliminăm senzaţia neplăcută provocată de această lacună, şi astfel suntem îndemnaţi să cercetăm şi să ajungem la o nouă înţelegere care va reduce incertitudinea şi sentimentul de ignoranţă.[13] Prin urmare, curiozitatea şi comportamentul explorator declanşat de ea nu sunt scopuri în sine, ci mijloace prin care încercăm să reducem disconfortul provocat de incertitudine şi confuzie. După cum spunea Loewenstein, curiozitatea este „o privare indusă

cognitiv apărând din perceperea unei lacune în cunoaştere şi înţelegere“. Pe scurt, conform teoriei informaţiei-lipsă, curiozitatea seamănă cu scărpinarea unei mâncărimi mentale sau intelectuale.

Teoria informaţiei-lipsă consideră *incertitudinea* – o discrepanţă percepută între condiţia informaţională existentă şi cea dorită – principală cauză a curiozităţii.[14] Într-adevăr, a fi nesigur în privinţa posibilelor rezultate la momentele de răscruce ale vieţii poate fi neplăcut. În cercetările lui Loewenstein şi în contextul ideilor asemănătoare exprimate anterior de Berlyne, noţiunea de incertitudine a fost împrumutată din măsurătorile tradiţionale ale teoriei informaţiei. Simplu spus, teoria informaţiei afirmă că, toate celelalte elemente fiind egale, situaţiile cu un număr mai mare de variante sau rezultate posibile produc o incertitudine mai mare. De exemplu, dacă toate echipele feminine de fotbal au cam aceeaşi forţă, va fi mai greu să prevezi ce echipă va câştiga Cupa Mondială la începutul turneului decât atunci când rămân doar două echipe. De asemenea, când şansele sunt aproximativ egale, incertitudinea privind rezultatul e mai mare: dacă două echipe au aptitudini şi motivaţii asemănătoare, e mai greu să ghiceşti care va învinge decât atunci când una din ele este net superioară celeilalte. Oricine a urmărit finala NBA din 2016 dintre Cleveland Cavaliers şi Golden State Warriors poate confirma cele de mai sus.

Numeroase cercetări din psihologie în ultimele decenii şi cele recente din neuroştiinţe susţin, cel puţin parţial, teoria informaţiei-lipsă.[15] De pildă, s-a demonstrat că atunci când oamenii se confruntă cu obiecte sau situaţii neobişnuite, surprinzătoare sau complexe, acele împrejurări provoacă o creştere semnificativă a atenţiei. Unele studii au arătat că dorinţa de a cerceta durează numai până când oamenii simt că au înlăturat incertitudinea dobândind noi informaţii. Loewenstein susţine că amploarea lacunei pe care o estimează oamenii depinde de judecata lor subiectivă privind gradul de cunoaştere şi capacitatea lor de a găsi informaţia. Este ceea ce cognitiviştii numesc *senzaţia de cunoaştere* [*feeling-of-knowing*].[16] Loewenstein a emis ipoteza că, spre deosebire de alţii, un om cu o mai puternică senzaţie de cunoaştere poate considera că o anumită lacună în cunoaştere e surmontabilă. La rândul ei, această capacitate percepută de a depăşi o lacună în cunoaştere se presupune că accentuează curiozitatea, deoarece indivizii

simt că fără prea mare efort pot să elimine incertitudinea şi să scape de starea de anxietate. De pildă, dacă cineva crede că ştie numele majorităţii actorilor dintr-un anumit film, poate face un efort suplimentar încercând să-şi amintească şi un nume lipsă, spre deosebire de cazul în care nu are absolut nici o idee despre distribuţia filmului.

Teza informaţiei-lipsă a lui Loewenstein oferă o perspectivă foarte interesantă cel puţin asupra naturii unor forme de curiozitate. În particular, e uşor să înţelegi cum curiozitatea *specifică* – imboldul de a dobândi o anumită informaţie – poate fi stimulată de o lacună în informaţie.[17] În orice mister legat de o crimă, fie dintr-un roman de Agatha Christie, Dan Brown sau Robert Galbraith (pseudonimul lui J.K. Rowling), fie dintr-un film de Alfred Hitchcook, suntem curioşi să ştim *cine* a comis crima, iar uneori şi *de ce* şi *cum*.[18] La fel, poate fi de-a dreptul exasperant dacă cel mai bun prieten vine şi-ţi zice „Am ceva extraordinar de important să-ţi spun. Dar, ştii ceva, de fapt nu contează“. În asemenea cazuri e simplu să identifici lacuna în informaţie care trebuie umplută, iar curiozitatea apare fiindcă suntem perfect conştienţi de diferenţa dintre ceea ce ştim şi ceea ce am vrea să ştim. O lacună în informaţie este şi motivul pentru care ascultarea unei jumătăţi de conversaţie, cum se întâmplă când cineva din apropiere vorbeşte la telefon, induce mai multă curiozitate şi te distrage mai mult decât dacă ai auzi întreaga conversaţie. Într-un studiu al psihologilor de la Cornell, s-a descoperit că ascultarea acestor jumătăţi de dialog conduce la o performanţă mai scăzută într-o mulţime de teste care reclamă atenţia.[19] Când ne lipseşte cealaltă jumătate a poveştii nu putem prezice cursul conversaţiei, şi de aceea ne e practic imposibil să nu-i mai acordăm atenţie. Lauren Emberson, conducătoarea studiului de la Cornell, a avut ideea să examineze fenomenul în timpul celor 45 de minute când mergea zilnic cu autobuzul la universitate. „Simţeam că pur şi simplu nu pot face nimic altceva dacă cineva vorbea la telefon“, spunea ea. Asta poate explica, în parte, de ce atât de mulţi oameni poartă căşti în trenuri şi autobuze.

Producătorii serialelor TV şi autorii de thrillere înţeleg puterea informației-lipsă de a stârni curiozitatea. Fiecare final de episod sau de capitol lasă publicul sau cititorii în suspans.

Veţi observa că, în conformitate cu scenariul informaţiei-lipsă, curiozitatea caută să satisfacă o nevoie care, cel puţin la suprafaţă, nu

pare prea diferită de nevoile fizice cum sunt cele de a te hrăni, a dormi şi a te debarasa de deşeurile corpului. Unii cercetători au arătat că există totuşi diferenţe importante între impulsurile biologice simple şi curiozitate. De exemplu, imboldurile biologice cum e foamea sunt declanşate de semnale somatice clare cum ar fi chirăitul maţelor sau durerea de stomac. Pe de altă parte, pentru a-ți da seama de o lacună în informație e nevoie de un mecanism bazat pe cunoaştere.[20] Pentru a recunoaşte şi a evalua lacuna, oamenii trebuie să ştie câte ceva despre starea iniţială a informaţiei şi despre scopul lor sau starea la care vor să ajungă. Nu poţi fi prea curios în privința naturii fizice a energiei întunecate, de pildă, dacă nu ştii mai întâi câte ceva despre această misterioasă formă de energie care umple întreg spaţiul şi accelerează expansiunea cosmică.

Avem astfel o primă problemă cu scenariul informaţiei-lipsă, dacă îl privim ca pe o teorie cuprinzătoare a tuturor tipurilor și formelor de curiozitate. Uneori nu-i simplu să-ți dai seama cum ar putea oamenii evalua corect nivelurile lor de incertitudine iniţiale sau dorite, fiindcă niciodată nu posedă o cunoaştere completă a contextului mai larg. De multe ori în cercetarea ştiinţifică rezultatele unui experiment, observaţiile sau noțiunile teoretice conduc la noi întrebări care nu fuseseră anticipate. De pildă, teoria evoluţiei prin selecţie naturală a lui Darwin a adus în centrul atenției întrebarea privind *originea* vieţii, un subiect pe care Darwin nu-l abordase. La fel, descoperirea recentă că există miliarde de planete care se rotesc în jurul altor stele decât Soarele s-a transformat în încercarea de a răspunde la altă întrebare care îi frământă pe mulți astronomi: „Suntem oare singuri în univers?“ Problema este deci cum reuşeşte creierul să fie conştient de lacunele în informație şi să le definească corect. Cum evaluăm amploarea cunoaşterii noastre şi cum aflăm cât nu ştim? Ajungem astfel la deosebirea latentă clară între apetitul determinat biologic, care poate fi simţit de oricine în anumite condiții, şi curiozitatea, care poate diferi de la un individ la altul, chiar şi în exact aceleaşi condiţii. În plus, deşi curiozitatea specifică poate fi satisfăcută odată ce e dobândită o informație, curiozitatea în general (şi mai ales curiozitatea epistemică) şi tendinţa de a explora nu sunt niciodată cu adevărat potolite.

Psihologii au descoperit şi alte probleme legate de teoria informaţiei-lipsă, dacă o considerăm teoria atotcuprinzătoare a curiozității. În

primul rând, conform ei, curiozitatea e mereu asociată cu o stare negativă, cu evitarea unei senzații neplăcute. Dar multe experimente privind comportamentul explorator arată că noutatea şi varietatea declanșează adesea stări plăcute care alimentează entuziasmul şi atenţia.[21] Într-un studiu cu elevi din clasele a VII-a şi a XI-a, elevii identificaţi drept „curioşi“ au declarat că implicarea lor în activităţile şcolare e prețioasă și le aduce satisfacții, nu e neplăcută.[22] Însăşi incertitudinea, ingredientul-cheie din modelul informaţiei-lipsă, nu are întotdeauna un efect negativ, altminteri nimeni n-ar citi romane poliţiste şi nu s-ar angaja în activităţi bizare. Deși e fără îndoială adevărat că incertitudinea poate crea disconfort – de pildă, atunci când aştepți rezultatul unor analize medicale care ar putea confirma sau infirma suspiciunea unei boli grave –, incertitudinea privind sursa unui efect pozitiv poate conduce la o plăcere prelungită.

Acest din urmă fapt a fost demonstrat în 2005 printr-un experiment interesant efectuat de psihologii Timothy Wilson, Daniel Gilbert şi colaboratorii lor.[23] Fiecare participant la test credea că este unul dintre cei şase studenţi (trei femei şi trei bărbaţi) din diferite universităţi care participau la un experiment legat de impresiile formate prin internet. Li s-a spus că fiecare dintre cei şase va evalua studenţi de sex opus, va alege pe unul drept cel mai bun prieten potențial şi va scrie un text explicând alegerea. Fiecare participant a fost apoi informat că toţi cei trei studenţi de sex opus (de fapt, personaje fictive) l-au ales pe el sau au ales-o pe ea drept cel mai bun prieten/cea mai bună prietenă. Participanţii au fost împărţiţi în două grupuri. Celor din grupul „certitudinii“ li s-a spus care dintre cei trei membri de sex opus scrisese (chipurile) o explicaţie flatantă. În grupul „incertitudinii“ nu a fost dată această informaţie. Puteţi ghici care grup a continuat să fie fericit pe o perioadă mai lungă? Toţi participanţii au fost încântaţi să primească reacţia pozitivă de a fi aleşi drept cel mai bun prieten. Cei din grupul „incertitudinii“ au rămas însă semnificativ mai optimişti după cincisprezece minute. Cu alte cuvinte , dacă ştiu că un eveniment e pozitiv, oamenii se bucură să fie curioşi. Asta explică în parte de ce unii viitori părinţi preferă să nu cunoască sexul copilului înainte de naştere, de ce începutul unei iubiri e atât de plăcut şi de ce aceia care înregistrează finala turneului de tenis de la Wimbledon nu vor să afle rezultatul înainte de a vedea meciul. Toţi savurează incertitudinea. Doar

atunci când oamenii nu sunt siguri dacă un eveniment va fi pozitiv sau negativ – Vor fi primiți la şcoala pe care au ales-o? Va ajuta oare un anumit tratament medical? – incertitudinea e considerată negativă.

Poetul romantic John Keats a introdus termenul „înzestrare negativă“[24] pentru a susţine că acceptarea sau chiar îmbăţişarea incertitudinii şi dorinţa de a lăsa necunoscutul să rămână misterios sunt calităţi esenţiale în creaţia poetică şi literară. Pentru Keats, „la un mare poet simțul Frumosului depăşeşte oricare altă consideraţie sau, mai curând, anulează celelalte consideraţii“. Conceptul său de înzestrare negativă a influenţat ideile câtorva filozofi din secolul XX, între care Roberto Unger (l-a aplicat în context social[25]) şi John Dewey (l-a încorporat în tradiţia filozofică a pragmatismului[26]). Să ne amintim că şi Feynman, care nu era poet, ci om de ştiinţă, şi care în general susţinea că descifrarea fenomenelor nu face decât să le sporească frumuseţea, a spus odată: „Nu mă înspăimântă faptul că nu știu, că rătăcesc într-un univers misterios fără vreun scop.“

A doua problemă legată de teoria informaţiei-lipsă e următoarea: dat fiind că uneori oamenii devin curioşi anticipând ce ar urma, se poate metaforic invoca o versiune a primei legi de mişcare a lui Newton, „Un corp aflat în repaus rămâne în repaus“, pentru a ne întreba de ce ar deveni cineva curios dacă asta implică o senzaţie neplăcută. Adesea însă, curiozitatea pentru un subiect conduce la dorinţa de a explora şi alte subiecte. La urma urmei, trăsătura fundamentală a curiozităţii este dorinţa de a pune o întrebare, riscând astfel să generezi şi mai multă incertitudine, ceea ce în contextul modelului informaţiei-lipsă e perceput ca o stare neplăcută.

A treia problemă se leagă de presupusa universalitate a teoriei informaţiei-lipsă. Chiar dacă premisa de bază a teoriei e corectă, în cele din urmă pare să fie o ultrasimplificare, mai ales când e vorba de diferite tipuri de curiozitate. Ai impresia că sunt mult prea mulţi declanşatori posibili ai curiozităţii pentru a-i putea concentra pe toţi într-o singură variabilă – incertitudinea – fără a pierde astfel o informaţie importantă. De pildă, poate susţine cineva cu adevărat că a fi curios privind natura exactă a undelor gravitaţionale, motivul pentru care muzica trezeşte emoţii puternice, felul în care scamatorii îşi fac trucurile, gândurile celui cu care iei prânzul, rolul viselor şi ultimele postări pe Instagram ale lui Kim Kardashian sunt toate manifestări ale

unei simple lacune în informaţie?

După cum vom vedea în curând, se crede acum că deşi scenariul informaţiei-lipsă oferă un excelent mecanism pentru anumite tipuri de curiozitate, curiozitatea în forma sa cea mai generală include o familie de mecanisme. Înainte de a discuta despre alte teorii, mai există o trăsătură a curiozităţii care trebuie explicată, indiferent care ar fi teoria unificatoare corectă (dacă există aşa ceva).

NECUNOSCUTELE CUNOSCUTE

În dialogul *Menon* al lui Platon,[27] un tânăr discipol de origine nobilă, pe nume Menon, încearcă să-l provoace pe marele Socrate afirmând că cercetarea necunoscutului este de fapt imposibilă. „În ce chip vei cerceta, Socrate“, întreabă Menon, „un lucru pe care nu-l ştii deloc cum este? De la ce punct de reazem, între atâtea necunoscute, vei porni când vei face cercetarea?“[6] Menon pune aici faimoasa problemă a „necunoscutelor necunoscute“ – lucruri despre care nu ştim că nu le ştim.

Această expresie, „necunoscutele necunoscute“, a fost folosită de Donald Rumsfeld, ministrul american al Apărării, în februarie 2002, în legătură cu un posibil război în Irak.[28] Când a vorbit despre lipsa dovezilor cum că Irakul ar oferi arme de distrugere în masă organizaţiilor teroriste, Rumsfeld le-a declarat jurnaliştilor: „Rapoartele care spun că s-a întâmplat ceva mi se par întotdeauna interesante, fiindcă, din moment ce ştim, sunt cunoscute cunoscute; sunt lucruri despre care ştim că le ştim. Ştim și că există necunoscute cunoscute; adică ştim că sunt unele lucruri pe care nu le ştim. Dar există şi necunoscute necunoscute – cele despre care nu ştim că nu le ştim.“ Deși comentariul era perfect logic, i-a adus lui Rumsfeld în 2003 premiul „Foot in Mouth“ pentru cel mai derutant comentariu făcut de o figură publică.[29]

Întorcându-ne la problema lui Menon, Socrate a ales să răspundă cu o afirmaţie şi mai năucitoare, care a fost numită „paradoxul lui Menon“: „Înțeleg, Menon, cum stă lucrul pe care vrei să mi-l spui; vezi în ce discuție eristică [o discuţie care generează controverse complicate] mă bagi: în discuția după care omul nu poate cerceta nici ceea ce știe, nici

ceea ce nu ştie. Nu cercetează ce ştie, fiindcă dacă ştie n-are nevoie de o cercetare a celor ce ştie; nu cercetează ce nu ştie, întrucât nu ştie ce să cerceteze.“

Putem parafraza răspunsul lui Socrate pentru a-l aplica la curiozitate: „Un om nu va fi curios în privinţa unui lucru pe care-l ştie, din moment ce-l ştie deja; dar nici în privinţa unui lucru pe care nu-l ştie, fiindcă nu ştie ce să-i trezească curiozitatea.“ Înseamnă oare că nu putem fi niciodată curioşi? Nu, desigur. Iar de aceea paradoxul lui Menon nu e cu adevărat paradox.

Din câte ştiu, psihologii moderni nu se referă de regulă la dialogul *Menon* al lui Platon, dar unii dintre ei folosesc un argument asemănător pentru a spune că, dacă examinăm felul în care e influenţat nivelul de curiozitate pentru un anumit subiect de cunoaşterea noastră prealabilă în domeniu, vom găsi o funcţie de forma unui U răsturnat (figura 14).[30] Simplu spus, e foarte greu să devii curios în legătură cu ceva atunci când ştii foarte puţine despre acel lucru. De asemenea, dacă ştii foarte multe despre un subiect, poţi simţi că nu mai ai de ce să fii curios. Curiozitatea noastră e însă cu adevărat stârnită când avem deja unele informaţii despre subiect, dar simţim că mai sunt multe de aflat. În răspunsul său provocator, Socrate a omis pur şi simplu domeniul intermediar al cunoaşterii pe care l-am putea numi „necunoscutele cunoscute“ – lucruri pe care ştii sau intuieşti că nu le ştii.

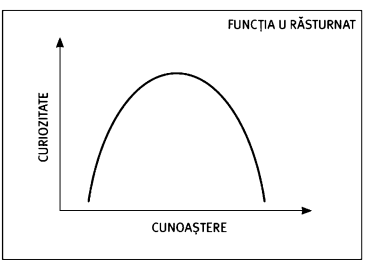


Figura 14

O versiune a curbei U răsturnat (figura 15) i se datorează lui Wilhelm Wundt, care la sfârşitul secolului XIX a fost unul dintre întemeietorii psihologiei.[31] Wundt susţinea că, pe măsură ce intensitatea unui stimul creşte, creşte şi excitarea pozitivă, dar numai până la un

punct. Pentru stimuli mai intenşi, experienţa începe să fie copleşitoare, rezultând o scădere a răspunsului pozitiv. Excitarea devine în cele din urmă negativă.

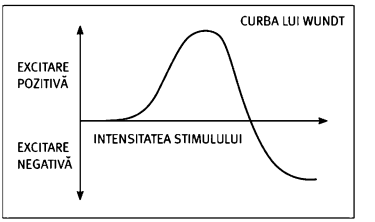


Figura 15

În anii 1970, Berlyne a afirmat despre curba lui Wundt că reprezintă de fapt interacţiunea a două funcţii cerebrale separate: una încurajează curiozitatea şi comportamentul explorator prin mecanisme de recompensare, cealaltă avertizează împotriva curiozităţii, creând o senzaţie neplăcută.[32] Ideea lui Berlyne poate fi reprezentată grafic ca în figura 16. Conform acestui model, mecanismul de recompensare pozitivă[33] (curba de sus) acţionează astfel încât, până la un anumit nivel, cu cât fenomenul pe care-l observăm e mai surprinzător sau mai derutant, cu atât devenim mai curioşi. La un moment dat însă, curiozitatea se saturează şi, oricât de complex, surprinzător sau misterios ar fi fenomenul, nu devenim mai curioşi – nivelul curiozităţii rămâne constant (platoul curbei de sus).

În interpretarea lui Berlyne, sistemul negativ, de evitare a senzației neplăcute (curba de jos din figura 16), intră în funcțiune doar la un nivel mai înalt al intensității stimulului, atunci când acesta pare amenințător sau trezește teama. Pentru orice stimuli mai puternici, senzaţia negativă creşte continuu (curba negativă coboară). Curba lui Wundt, a arătat Berlyne, e pur şi simplu consecinţa însumării cognitive de către creier a contribuţiilor pozitivă şi negativă ale celor două sisteme. Asta înseamnă că, atât timp cât reacţia de disconfort nu e activată, curiozitatea creşte pe măsură ce stimulul devine mai puternic. Odată ce creierul începe să evalueze efectele potenţial negative, curiozitatea începe să scadă, producând astfel curba U răsturnat din figura 15. Putem înţelege ideea lui Berlyne printr-o comparaţie simplă.

Imaginaţi-vă că sunteţi într-o excursie în Parcul Naţional Yellowstone şi brusc zăriţi un urs grizzly în depărtare, ceea ce fără îndoială vă va trezi curiozitatea şi entuziasmul. Apoi, alături de primul urs veţi zări o ursoaică grizzly cu puiul ei. Această nouă descoperire provoacă şi mai multă curiozitate. Curând, un întreg grup de urşi apare în acea zonă, făcând să crească şi mai mult curiozitatea, mai ales că urşii sunt de regulă animale solitare. Dar apariţia unui număr mai mare de grizzly nu trezeşte doar curiozitatea; începe să se instaleze teama. Atât de mulţi urşi grizzly la un loc e un fapt alarmant. Îngrijorarea şi teama sporesc, pe măsură ce apar şi mai mulţi urşi în apropiere.

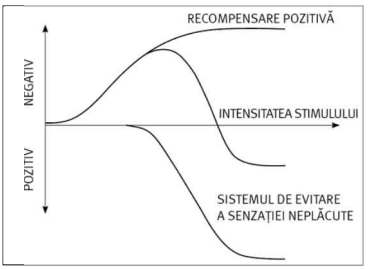


Figura 16

Aţi observat pesemne că versiunea lui Berlyne privind răspunsul cognitiv seamănă bine cu amestecul de dorinţă de a explora şi teamă resimţit de Leonardo la intrarea peşterii pe care a descoperit-o în munţi.

Explicaţia lui Berlyne pentru curba în formă de U răsturnat a introdus un element nou în teoria curiozităţii: *sistemul de recompensare pozitivă*. Deşi ideile lui Berlyne apăruseră înainte de teoria informaţiei-lipsă (pe care au inspirat-o în mare parte), acea teorie a asociat curiozitatea în primul rând cu nevoia de a reduce emoţia negativă, acordând un rol mic (şi în esenţă nesemnificativ) conştienţei pozitive. Deşi Loewenstein a recunoscut că şi un interes pozitiv (nu doar senzaţia de privare) poate motiva comportamentul explorator, din modelul informaţiei-lipsă rezultă implicit că dorinţa pozitivă de cunoaştere nu este propriu-zis curiozitate. După cum vom vedea însă în capitolul următor, pentru alţi cercetători curiozitatea e stimulată de dragul ei, nu-i doar un mijloc de reducere a senzaţiei neplăcute.

În ciuda meritelor ei, explicaţia lui Berlyne pentru curba lui Wundt

are şi aspecte contestabile. În primul rând, presupune coexistenţa apropiată a unor emoţii antagonice intense, plăcerea şi teama. Nu e clar dacă asemenea situaţie e posibilă, dar cei mai mulţi psihologi consideră implauzibilă ideea lui Berlyne conform căreia senzaţia pozitivă o precedă pe cea negativă. Pentru ca descrierea lui să funcţioneze aşa cum a conceput-o, Berlyne trebuia să presupună că plăcerea e un pas aproape necesar pentru a se ajunge la o stare dezagreabilă (fiindcă aversiunea se manifestă după sistemul de recompensă pozitivă, la un nivel mai înalt de stimulare, aşa cum se vede în figura 16). Cel puţin în cazul fricii, studiat pe larg de Joseph LeDoux, nu există dovezi că sistemul de recompensare ar fi activat înainte de resimţirea fricii.[34] În plus, la nivel cantitativ, Berlyne nu a adus vreo explicaţie convingătoare nici pentru intensităţile relative ale emoţiilor pozitivă şi negativă, nici pentru momentele când sunt activate. Totuşi, simplul fapt că Berlyne a presupus că în curiozitate există atât o componentă plăcută, cât şi una neplăcută a condus la ideea importantă că de fapt curiozitatea implică mai multe mecanisme, despre care voi vorbi în următorul capitol.

După cum am menţionat, teoria informaţiei-lipsă prezintă propriile ei dificultăţi dacă o considerăm teoria cuprinzătoare a curiozităţii. Pe lângă identificarea curiozităţii doar cu o stare neplăcută, teoria informaţiei-lipsă pare, cel puţin la prima vedere, că nu explică tiparul în formă de U răsturnat.[35] Dacă presupunem că se intensifică mereu odată cu creşterea incertitudinii, când ajungem la niveluri tot mai înalte de incertitudine curiozitatea nu va începe să scadă, ducând în cele din urmă la plictiseală sau chiar la anxietate. Cu alte cuvinte, nu apare curba U răsturnat. Acest neajuns a fost însă uşor remediat, modificând ideea iniţială: nu toate observaţiile subiectiv incoerente – nu toate incertitudinile, îndoielile sau valorile informaţiei-lipsă – conduc la curiozitate. Dacă diferenţa dintre ceea ce credem că ştim şi ceea ce observăm e foarte mică, disparitatea nu pare suficientă (cel puţin în unele cazuri) ca să ne pese de ea, darmite să devenim curioşi. Pe de altă parte, dacă diferenţa e enormă – niveluri ridicate de îndoială sau contradicţie –, ea poate duce la derută şi anxietate, iar în loc să genereze curiozitate, lacuna poate fi imposibil de umplut. În această interpretare, doar un nivel intermediar de incertitudine poate crea şi susţine curiozitatea. Altfel spus, nu suntem prea interesaţi de subiecte despre care ştim aproape totul sau nu ştim practic nimic. De regulă, suntem

interesaţi atunci când ştim câte ceva, dar simţim că mai sunt multe de aflat (necunoscutele cunoscute). Cu acest simplu adaos, modelul informaţiei-lipsă explică forma curbei U răsturnat.

După cum vom vedea în capitolul 6, aşteptarea (în acord cu teoria informaţiei-lipsă şi cu forma curbei U răsturnat) ca o cantitate nu prea mare de informaţie să sporească curiozitatea, dar multă informaţie suplimentară s-o reducă a fost confirmară de un interesant experiment neuroştiinţific.

În ciuda succesului său incontestabil legat de unele aspecte ale curiozităţii, neajunsurile modelului informaţiei-lipsă (chiar şi pus de acord cu forma curbei U răsturnat) i-au îndemnat pe cercetători să se îndrepte spre alte idei. În încercarea de a găsi alte explicaţii pentru curiozitate, cercetătorii cognitivişti au început să exploreze ideea conform căreia curiozitatea în sine aduce recompense şi e determinată mai curând de căutarea efectelor plăcute ale uimirii şi interesului, decât de cele neplăcute ale privării şi absenţei cunoaşterii.

---

5. Emisiune-concurs în care se pun întrebări de cultură generală. (n. red.)

6. Platon, *Opere*, *Vol. II* (Editura Ştiinţifică, Bucureşti, 1976), pentru acest citat din Platon şi următorul (n. red.).

CINCI
Curios în privinţa curiozităţii: Dragostea intrinsecă pentru cunoaştere

Dacă nu e un mijloc de a reduce neplăcerile asociate cu incertitudinea, sau cel puţin nu e doar asta, atunci ce altceva este curiozitatea? După cum arată cercetări recente din psihologie, curiozitatea poate oferi propria ei recompensă, poate fi o sursă puternică de motivaţie intrinsecă, fără controlul vreunei presiuni externe sau interne, şi fără altă recompensă evidentă cu excepţia activităţii înseşi.[1] Conform acestei perspective, mintea trebuie să poată produce recompense care să atribuie valoare culegerii de informaţii şi dobândirii cunoaşterii.

Această perspectivă îşi are originea în cercetările unor psihologi de la începutul secolului XX precum J. Clark Murray şi John Dewey. Conceptul se bazează pe observaţia simplă că apetitul pentru stimuli noi, oameni interesanţi şi idei noi, neaşteptate pare să fie o caracteristică definitorie a omului. Vă puteţi imagina o lume fără explorarea universului exterior şi a sinelui nostru? A microcosmosului şi macrocosmosului? Leonardo şi Feynman cu siguranţă nu puteau. În acelaşi an în care Loewenstein şi-a publicat modelul informaţiei-lipsă, psihologii Charles Spielberger şi Laura Starr propuneau scenariul stimulare optimă/proces dual.[2] În teoria lor (care, la fel ca cea lui Loewenstein, îngloba unele idei mai vechi ale lui Berlyne), excitarea optimă e atinsă ca rezultat a două procese concurente. Fenomenele noi, complexe sau incongruente declanşează atât o stare plăcută de curiozitate, cât şi o anxietate, care e neplăcută. Spielberger şi Starr arată că atunci când intensitatea stimulului declanşator extern e scăzută, domină curiozitatea – împreună cu dorinţa de a explora. La intensităţi moderate, fuziunea dintre curiozitatea mare (plăcută) şi anxietatea moderată (neplăcută) are tendinţa de a declanşa explorarea specifică, adică o căutare a anumitor informaţii. În fine, la stimuli foarte puternici, când vezi ceva cu totul neaşteptat sau extrem de derutant, nivelul

anxietății devine atât de ridicat, încât motivează evitarea, nu explorarea.

Modelul Spielberger-Starr a reintrodus (urmându-l pe Berlyne) ideea de a privi curiozitatea ca pe o senzație pozitivă de interes şi mirare, după cum poate confirma oricine a văzut vreodată un copil care urmăreşte uimit scamatoriile unui magician. Adoptând o perspectivă diametral opusă celei a lui Loewenstein, Spielberger şi Starr au considerat că starea de neplăcere provocată de incertitudine este „anxietate", nu „curiozitate". După Loewenstein, vă amintiți, curiozitatea acţionează numai pentru a atenua disconfortul asociat informaţiei-lipsă. Conform modelului său, căutarea informație motivată doar de interesul pur nu trebuie considerată „curiozitate".

Simplu spus, dacă pentru Loewenstein curiozitatea seamănă cu scărpinatul pentru a scăpa de mâncărime, iar dorinţa de a învăţa e altceva, pentru Spielberger şi Starr curiozitatea e setea de cunoaştere, în vreme ce nesiguranța provoacă anxietate, nu curiozitate.

După cum vă puteţi aştepta, modelul excitării optime al lui Spielberger şi Starr lasă şi el câteva întrebări fără răspuns. Problema este că implică drept condiţie dezirabilă existenţa unei stări „optime" de excitare. Chiar presupunând că există o asemenea stare, nu e clar de ce ar vrea cineva să-şi lămurească nedumeririle şi misterele, dacă asta ar reduce experienţa pozitivă a curiozităţii la un nivel de excitare mai scăzut decât cel optim.

Pentru a evita acest gen de dificultăți, şi în acelaşi timp pentru a îngloba câteva idei (uneori contradictorii) într-un model cuprinzător, psihologul Jordan Litman de la Institute for Human and Machine Cognition a lansat în 2005 ideea conform căreia curiozitatea are două aspecte.[3] Unul, numit de Litman „curiozitatea I", reprezintă interesul (de aici litera „I") şi dorinţa de cunoaştere care implică experienţe emoţionale plăcute, iar celălalt „curiozitatea D", rezultă din senzația de incertitudine şi privare (de unde litera „D" [*deprivation*]), asociată cu neputința de a avea acces la o anumită informaţie.

Trebuie subliniat că modelul lui Litman nu-i o soluție de compromis. El observă în mod corect că multe sisteme motivaţionale pot implica, în condiţii diferite, atât emoţii plăcute, cât şi emoții neplăcute. De pildă, foamea poate fi stimulată urmărind reclame pentru Doritos ori filme precum *Festinul lui Babette*, *Frumoasa Martha* sau *Julie & Julia*, care sunt elogii aduse artei culinare. Pe de altă parte, foamea poate fi

declanşată de crampele stomacului gol sau dorinţa de a te răsfăţa când te simţi neglijat. La fel, dorinţa sexuală poate fi stârnită de o emoţie spontană, plăcută, legată de partenerul iubit sau de privarea indusă de o absenţă îndelungată, cum e serviciul militar într-o ţară străină.

Altfel spus, după Litman, curiozitatea poate fi atât o reducere a unei stări neplăcute, cât şi o inducere a unei stări plăcute, intrinsec motivată. Care din ele domină va depinde de tipul de stimul şi pesemne de diferenţele individuale. De exemplu, bătăile inimii, care au stârnit la Leonardo un torent de curiozitate epistemică (dorinţa de a explora) şi l-au determinat să umple nenumărate pagini cu însemnări, abia dacă au fost băgate în seamă de mulţi dintre contemporanii săi. De asemenea, unii pot fi scoși din minți pentru că nu-și amintesc numele colegilor de bancă din liceu, în vreme ce pe alţii îi lasă complet indiferenţi. Apoi, vederea unui animal necunoscut la grădina zoologică poate declanşa la unii vizitatori curiozitatea perceptivă (vor căuta plăcuţa pe care scrie despre animal), iar la alţii curiozitatea epistemică (vor citi acasă pe larg despre animal).

Această idee generală de curiozitate incluzând un ansamblu de mecanisme, nu un singur proces, a fost examinată de o echipă de cercetători condusă de Jacqueline Gottlieb de la Universitatea Columbia, Celeste Kidd de la Universitatea din Rochester şi Pierre-Yves Oudeyer de la Institutul Francez de Cercetări în Informatică şi Automatizare.[4] Ei sugerează că ponderea pe care o atribuim diferitelor componente şi forme ale curiozităţii depinde atât de evenimentul sau subiectul stimulator, cât şi de indivizii înșiși (baza de cunoștințe, înclinațiile şi caracteristicile lor cognitive). Vom vedea în capitolul 6 că rezultate recente din neuroştiinţe susţin un scenariu în care diferite tipuri de curiozitate implică regiuni cerebrale distincte.

După cum am subliniat, diferenţele individuale în materie de curiozitate pot fi enorme. Dacă Leonardo şi Feynman, de pildă, erau curioşi în legătură cu aproape orice, unii oameni au foarte puţine preocupări în afara muncii lor. Aceste diferenţe au fost studiate în contextul unei trăsături generale numite „deschiderea spre experienţă“[5], considerată una dintre cele „Cinci Mari“ dimensiuni ale personalităţii umane[6]. În psihologie, acele Cinci Mari trăsături ale personalităţii sunt: deschiderea spre experienţă, conştiinciozitatea, extravertirea, caracterul agreabil şi nevrotismul. Dintre aceste cinci caracteristici, deschiderea

spre experienţă este cea care se consideră a cuprinde curiozitatea intelectuală, preferinţa pentru nou şi explorarea, însă definirea precisă a termenului *deschidere* e oarecum controversată. Vorbind la modul general, persoanele cu o mare deschidere nu sunt doar mai curioase, dar şi apreciază mai mult lucruri precum formele complexe de artă. Ele au o capacitate sporită de a gândi în termeni abstracţi.

Chiar dacă acceptăm ideea rezonabilă conform căreia curiozitatea (în toate manifestările ei) implică atât privarea indusă de incertitudine, cât şi anticiparea recompensei stimulate de o pulsiune intrinsecă spre cunoaştere, multe lucruri rămân necunoscute. Cum anume preţuieşte creierul cunoaşterea şi dobândirea ei? Care e strategia mentală (dacă există vreuna) aflată la baza căutării informaţiei și explorării? Știm, de pildă, că zgomotul alb al televizorului când nu se transmite nimic conţine o mare cantitate de informaţie, dar nu cunosc pe nimeni care să stea cu ochii pironiți asupra acelor puncte luminoase pâlpâitoare acompaniate de fâșâituri. Care e procesul prin care mintea omului examinează întreaga informaţie care o bombardează şi hotărăşte în privinţa a ce să fie curioasă?

Cercetătorii cognitivişti încearcă să înţeleagă dacă un comportament indus de curiozitate are vreun plan strategic sau scopuri ultime.

EXPLOREAZĂ TOATE VARIANTELE

Atât experienţa de zi cu zi, cât şi numeroase studii ştiinţifice demonstrează că oamenii se angajează în comportamentul explorator – parte a ceea ce considerăm în mod normal drept curiozitate – chiar şi în absenţa oricăror recompense externe, financiare sau de altă natură.[7] Înţelepciunea populară spune că activităţile asupra cărora oamenii se concentrează de regulă au următoarele caracteristici: se evită provocările care sunt fie prea uşoare, şi astfel sunt percepute drept plictisitoare, fie prea dificile, părând deci intimidante şi frustrante. Cum îşi canalizează aşadar oamenii curiozitatea, şi cum îşi organizează explorarea, dacă sunt liberi să aleagă dintr-un număr mare de căi şi variante? După cum ştim, multe activităţi pot conduce la fundături cognitive sau la situaţii de neînţeles. De exemplu, un băiat n-ar trebui să-şi aleagă *Ulise* al lui James Joyce drept prima carte pe care o citeşte,

iar o fată interesată de funcţionarea creierului n-ar trebui să înceapă prin a face neurochirurgie.

Neurocercetătoarea Jacqueline Gottlieb şi colaboratorii săi au efectuat câteva experimente fascinante pentru a vedea dacă creierele noastre folosesc vreo strategie universală pentru îndrumarea curiozităţii în explorarea deschisă, motivată intrinsec.[8] Cercetătorii au cerut celor 52 de subiecţi (29 de femei şi 23 de bărbaţi) să aleagă ce joc scurt pe computer vor să joace. Existau două seturi din care puteau alege, iar dificultatea jocurilor era variabilă în fiecare set.

Rezultatele au fost surprinzătoare. Gottlieb şi colegii săi au descoperit că, deşi nu exista nici o îndrumare externă şi nici o recompensă palpabilă, subiecţii şi-au organizat spontan explorarea într-un tipar coerent. În primul rând participanţii au fost sensibili la dificultatea sarcinilor: au început cu jocurile cele mai uşoare şi au avansat către cele mai grele. În al doilea rând, subiecţii au fost interesaţi să exploreze toate variantele disponibile: au încercat întregul set de jocuri, chiar şi pe cele atât de dificile, încât le era practic imposibil să le stăpânească. În al treilea rând, subiecţii au avut tendinţa să repete jocurile de dificultate medie şi ridicată. În fine, participanţilor le-a plăcut noutatea, pe care au introdus-o în experienţă alegând jocuri noi, dar au preferat de asemenea jocurile la un nivel de dificultate cu care deja se obişnuiseră.

Aceste rezultate sunt grăitoare în privinţa curiozităţii epistemice (dorinţa de cunoaştere). Mai întâi, faptul că participanţii au explorat chiar şi cele mai dificile sarcini și au experimentat noi abordări sugerează că oamenii caută să se familiarizeze cu întregul peisaj de variante accesibile. Ei au încercat să-şi sporească şi să-și codifice mental cunoaşterea, îmbunătățindu-și capacitatea de a face predicţii corecte privind noile oportunităţi. Această caracteristică a fost numită „motivaţie intrinsecă bazată pe cunoaştere“, iar funcţia ei importantă este de a contribui la reducerea erorilor de predicţie.[9] Un elev de liceu care trece în revistă informaţiile despre mai multe universităţi înainte de a se hotărî la care dintre ele să se ducă e călăuzit de motivaţia intrinsecă bazată pe cunoaştere. Celelalte două concluzii ale studiului – participanţii au repetat jocuri solicitante şi au ales noi abordări numai pentru cele pe care deja le jucaseră bine – sugerează existenţa unei dorinţe inerente de a se perfecţiona prin exerciţiu. Aceasta e numită

„motivaţie intrinsecă bazată pe competenţă“.

Rezultatele lui Gottlieb dezvăluie unele aspecte importante ale felului în care funcţionează curiozitatea epistemică atunci când intră în joc alegerile. Cel mai surprinzător pesemne e faptul că, în absenţa indiciilor, sugestiilor sau îndrumărilor, oamenii tind să urmeze un drum asemănător. Cât priveşte planul strategic, curiozitatea epistemică pare să vizeze două obiective: să acţioneze ca un motivator pentru ca noi să înţelegem limitele alegerilor posibile şi, mai important, să maximizeze cunoaşterea şi competenţa.

Cum Gottlieb este unul dintre surprinzător de puţinii cercetători având ca principal obiect de studiu curiozitatea, am fost curios să aflu ce a atras-o spre acest subiect. „Am început prin a încerca să înţeleg mecanismele atenţiei“, mi-a spus ea, „iar apoi am fost împinsă spre curiozitate din două direcţii. Mai întâi, au fost consideraţiile legate de comportament, m-a interesat ce rol joacă atenţia în orientarea comportamentului nostru.“

„Ce anume înţelegi prin asta?“ am întrebat eu.

„Cele mai multe studii care urmăresc, de exemplu, mişcările globilor oculari ca indicatori ai atenţiei, le cer subiecţilor să fie atenţi la ceva în genul unui pătrat roşu de pe un ecran, iar apoi cercetătorii examinează felul în care această atenţie direcţionată modifică nişte parametri cum ar fi timpul de reacţie. De obicei însă ei nu studiază felul în care sunt luate hotărârile, adică ce anume face ca un lucru să merite atenţie.“ După o scurtă pauză a continuat: „Aşa că am hotărât că trebuie să cercetăm logica din spatele acestui tip de alegere. De pildă, adesea alegem în raport cu o recompensă aşteptată, ceea ce se numeşte „comportament orientat spre scop“. Dar există multe alte lucruri care ne interesează şi nu ne promit recompense evidente. Aici apare curiozitatea.“ Apoi a adăugat: „Am vrut să ştiu ce proces e implicat în curiozitate, ce ne determină să *învăţăm*, chiar şi atunci când nu cunoaştem consecinţele exacte ale acestei învăţări.“

„Şi care a fost al doilea lucru care te-a îndreptat spre curiozitate?“

Gottlieb a râs. „N-ai uitat că mai există şi un al doilea lucru. Acela a venit din neuroştiinţe. Am vrut să ştiu ce arii ale cortexului cerebral [stratul extern de ţesut neural care e esenţial pentru conştiinţă] selectează stimulii care apar. Există multe modele ale răspunsurilor creierului, iar în general ele explică situaţiile în care subiecţii au un scop

sau o recompensă în minte. La fel ca în cazul comportamentului, m-au interesat mai mult alegerile «independente de scop». Am ajuns deci la curiozitate pornind şi de la aspectul comportamental, şi de la neuroştiinţe.“

Voiam să aflu mai multe despre cariera ei științifică, așa că am întrebat-o pe Gottlieb: „A existat ceva care să-ţi fi influenţat hotărârea de a deveni om de ştiinţă?“

„Cred că e profesia în care calităţile mele se exprimă cel mai bine. În liceu voiam să devin pianistă, dar mi-am dat seama că aveam un talent mediu și mi-ar fi fost greu să răzbat. Apoi, pe când studiam la MIT, am descoperit că mi se potrivește activitatea analitică. Îmi plac creativitatea şi libertatea pe care ţi le oferă ştiinţa. Am o toleranţă foarte scăzută la plictiseală, iar în ştiinţă ai de-a face mereu cu noi provocări.“ După o scurtă pauză a adăugat: „Cea mai mare bucurie a mea e să aflu ceva nou.“

Este tocmai definiția unui om curios.

Experimentele lui Gottlieb au fost efectuate pe adulţi. Printre cercetători circula o glumă: cum subiecții experimentelor psihologice sunt mereu studenți din anii mici de facultate, toate rezultatele din psihologie se aplică doar acestui segment de populație. În ultimii ani s-a acordat însă mai multă atenţie copiilor, ba chiar şi bebelușilor, în încercarea de a înţelege dacă la ei curiozitatea se manifestă la fel ca la adulţi. Rămân oare curiozitatea perceptivă, difuză, epistemică şi specifică stabile de-a lungul vieţii, sau se schimbă odată cu vârsta? Deşi nu există încă suficiente studii longitudinale care să compare direct copiii și adulţii, cercetările din ultimele două decenii oferă o imagine mai coerentă a curiozităţii la copii. Voi da în continuare câteva exemple de experimente convingătoare din acest domeniu fascinant.

DIN GURA COPIILOR

Dacă ai văzut vreodată cum se joacă un bebeluș de zece luni cu o zdrăngănea, ştii că o va zgâlţâi, o va pune în gură, o va arunca şi va încerca s-o desfacă. Poate dura câteva minute, până zărește o carte, pe care o va pune în gură, iar apoi va încerca stângaci s-o răsfoiască. Ce anume declanşează curiozitatea copilului?

Laura Schultz e cercetătoare cognitivistă la Early Childhood Cognition Lab de la MIT. Ea şi colaboratorii săi au încercat în ultimul deceniu „să explice cum învaţă copiii atât de mult din atât de puţin şi atât de repede“.[10] În doar câteva luni, copiii capătă un set bogat de deprinderi motorii, îşi recunosc părinţii şi încep să interacţioneze şi să comunice în moduri diverse. Mecanismele atenţiei trebuie cumva să aleagă din mediul lor imediat destul de complex acele elemente care fac ca procesul de învăţare să fie eficient şi flexibil. Schultz şi alţi cercetători cognitivişti încercă să înţeleagă cum reuşesc copiii să „extragă concluzii bogate din date disparate, haotice“.

Există dovezi convingătoare, multe dintre ele provenind din experimentele psihologului Elizabeth Spelke de la Harvard, că bebeluşii îşi încep viaţa cu câteva euristici simple pentru a rezolva probleme pe cont propriu, care le călăuzesc explorarea iniţială.[11] Spelke studiază bebeluşii pentru că „mintea adulţilor este deja plină de date“, mi-a spus într-o conversaţie telefonică. „Cel mai bine e să determinăm ce ştim la naştere.“ Pentru a pătrunde în mintea bebeluşilor, Spelke a recunoscut că durata petrecută de ei uitându-se la lucruri arată ce anume le declanşează curiozitatea. De exemplu, privirea le e atrasă de iniţierea mişcării, de suprafeţele cu un contrast puternic şi de feţele oamenilor. Toate acestea oferă informaţii preţioase. Detectarea mişcării este în mod evident o necesitate evolutivă pentru supravieţuire, iar contrastele ajută la distingerea obiectelor şi la recunoaşterea formelor lor. În plus, bebeluşii ştiu că atunci când apucă piciorul unei păpuşi, se va mişca şi restul păpuşii – toate părţile unui obiect se mişcă împreună. Ei mai ştiu că obiectele solide nu pot trece prin alte obiecte solide, şi au un simţ înnăscut pentru numere[12] şi pentru geometria spaţiului[13] din jurul lor. Predilecţia pentru feţele oamenilor ţine de dezvoltarea aptitudinilor sociale, a relaţiilor afective interpersonale şi, în cele din urmă, a capacităţii de a deprinde limbajul. Spelke şi colegele sale Katherine Kinzler şi Kristin Shutts au mai descoperit că bebeluşii manifestă o preferinţă socială clară pentru persoanele care le vorbesc într-o limbă şi cu un accent cu care s-au obişnuit deja, constatare valabilă atât pentru copiii americani, cât şi pentru cei sudafricani, deşi aceştia din urmă trăiesc într-un mediu lingvistic mai divers.[14]

Testele de condiţionare, în care bebeluşii trebuie să anticipeze evenimente repetate şi să reacţioneze la ele, arată că şi ei caută

informaţia care îi va ajuta să genereze strategii predictive. Dar putem oare numi „curiozitate“ aceste prime semne de atenţie direcţionată? Depinde de definiţia exactă a termenului. Cu definiţia foarte largă pe care am adoptat-o pentru a începe discuţia („o apetenţă motivaţională pentru informaţie“), aceste euristici ale bebeluşilor pot fi considerate manifestări ale curiozităţii, la fel ca reacţiile la jocuri de genul „cucu-bau“. Se poate însă pe drept cuvânt obiecta că această definiţie cuprinde tot ce se întâmplă din momentul naşterii, nu doar curiozitatea veritabilă. Dacă pentru a numi ceva curiozitate vrem să înţelegem clar informaţia iniţială şi cea dorită, atunci aceste prime comportamente, la un nivel de atenţie scăzut, nu pot fi puse pe seama curiozităţii. Sunt pesemne precursoarele ei. Dacă ne interesează spiritul iscoditor dincolo de euristicile înnăscute elementare, trebuie să înţelegem cum aleg copiii subiectele către care îşi orientează curiozitatea în perioada în care percepţia lor asupra lumii evoluează.[15]

În experimentele efectuate la Universitatea din Rochester cu bebeluşi de şapte şi opt luni, Celeste Kidd şi colaboratorii ei au măsurat atenţia vizuală la succesiuni de evenimente de complexitate variabilă prezentate pe un ecran.[16] Cercetătorii au descoperit că probabilitatea ca bebeluşii să privească în afara ecranului, indicând pierderea interesului, a fost mai mare pentru succesiunile a căror complexitate a fost fie foarte scăzută, fie foarte ridicată. Cu alte cuvinte, cercetătorii au identificat un „efect Goldilocks“[7]: bebeluşii şi-au orientat curiozitatea spre succesiunile nici prea simple, nici prea complexe (o preferinţă sub formă de U răsturnat). Să ne amintim că acelaşi efect a fost găsit în experimentele lui Gottlieb cu studenţii care jucau jocuri pe computer.

Rezultatele lui Kidd par să indice faptul că creierul unui bebeluş adoptă o strategie care-i permite să nu risipească resurse cognitive preţioase pe fenomene fie ireductibil de complexe, fie prea uşor predictibile. Această interpretare sugerează că până şi la bebeluşi curiozitatea depinde de starea iniţială a cunoaşterii şi de aşteptări, şi că acţionează pentru a spori cât mai mult potenţialul de învăţare şi codificare.

Un set diferit de experimente de la MIT a dezvăluit alt aspect interesant al curiozităţii la copii: la fel ca în cazul adulţilor, copiii îşi organizează jocul şi explorarea cu scopul de a reduce incertitudinea şi a descoperi cauzele adevărate ale fenomenelor. Acest fapt a fost

demonstrat într-un experiment simplu al cercetătoarelor cognitiviste Laura Schulz şi Elizabeth Bonawitz.[17] Ele le-au prezentat preşcolarilor o cutie roşie cu două manete. Când cercetătorul şi copilul apăsau simultan manetele, apăreau două mici păpuşi în centrul capacului cutiei. Nu puteai şti care manetă determină apariţia unei anumite păpuşi, sau dacă doar una din manete le ridica pe ambele. Prin urmare, dovezile erau *confuze*. Cercetătorii au repetat experimentul cu un al doilea grup de copii, de data asta risipind confuzia – copilul şi cercetătorul fie apăsau pe rând manetele, fie cercetătorul îi demonstra copilului cum funcţionează fiecare manetă separat. În acest caz, copilul putea spune cu precizie care manetă acţiona o păpuşă sau alta. După ce li s-a făcut demonstraţia celor două grupuri, cercetătorii au adus o nouă cutie, galbenă, şi i-au lăsat pe copii să se joace singuri. Rezultatele au fost fascinante. Copiii din grupul „dovezi confuze“ au continuat să exploreze cutia roşie până au înţeles cum funcţionează. Copiii din celălalt grup au manifestat preferinţa previzibilă pentru noutate, şi şi-au orientat imediat atenţia spre cutia galbenă.

Rezultatele acestui experiment şi ale altora par să indice că la copii curiozitatea e adesea legată de maximizarea învăţării[18] şi de descoperirea relaţiilor cauzale care le guvernează mediul.[19] Altfel spus, copiii caută o cale de a explica totul pas cu pas. Dacă această deducţie e corectă, atunci conduce la o predicţie foarte clară şi interesantă: curiozitatea copiilor trebuie să se concentreze mai ales asupra explorării acelor situaţii în care aşteptările lor sunt infirmate. Această predicţie poate fi testată examinând felul în care explorarea şi învăţarea sunt afectate când dovezile observate contrazic convingerile anterioare.

Este tocmai ceea ce Bonawitz, Schulz şi colegii lor au încercat să facă printr-o serie de studii ample. Într-un experiment atent plănuit, cercetătorii le-au cerut copiilor să examineze cu atenţie nouă piese *asimetrice* de polistiren care puteau fi ţinute în echilibru pe o tijă verticală.[20] Într-o sarcină iniţială de „clasificare pe baza convingerii“, cercetătorii au observat dacă subiecţii încercau să ţină în echilibru piesele sprijinindu-le în *centrul geometric*, din mijlocul lor, sau în *centrul de masă* perceput de ei, mai aproape de capătul mai greu (figura 17). Experimentatorii le-au luat piesele chiar înainte ca subiecţii să le aşeze pe tijă, aşa încât copiii să nu-şi poată da seama dacă piesele vor fi sau nu în echilibru. Astfel, experimentatorii au format un grup de copii

(cu vârsta medie de şase ani şi zece luni) care credeau că centrul geometric e punctul de echilibru, şi un grup de copii puţin mai mari, cu ceva mai multă experienţă (cu vârsta medie de şapte ani şi cinci luni), care credeau că centrul de masă e punctul de echilibru. Mai era şi un grup de copii mai mici (cu vârsta medie de cinci ani şi două luni) care nu aveau nici o „teorie“ prealabilă privind punctul de echilibru, şi tindeau deci să echilibreze piesele prin încercări şi eşecuri.

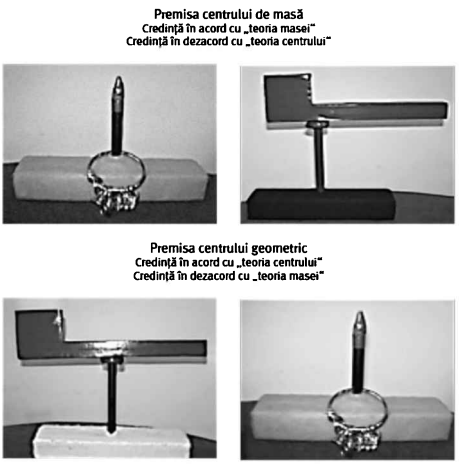

Premisa centrului de masă
Credință în acord cu „teoria masei“
Credință în dezacord cu „teoria centrului“
Premisa centrului geometric
Credință în acord cu „teoria centrului“
Credință în dezacord cu „teoria masei“

Figura 17

În a doua etapă, tuturor grupurilor li s-au arătat piese care păreau să se afle într-un echilibru perfect pe tijă. Aici lucrurile au devenit interesante. Copiii adepți ai teoriilor „centru geometric“ şi „centru de greutate“ cărora li s-au arătat configuraţii echilibrate identice au explorat diferit piesele, în funcție de convingerile lor prealabile. Când copiilor li s-a arătat o piesă în echilibru în centrul ei de masă (în acord cu „teoreticienii“ centrului de masă, dar contrar credinţei „teoreticienilor“ centrului geometric), cei a căror teorie a fost contrazisă au explorat piesa mai mult timp, iar ceilalţi au preferat să examineze o nouă jucărie. Comportamentele celor două grupuri care aveau teorii prealabile s-au inversau atunci când piesa a fost echilibrată în centrul ei geometric. Copiii care nu aveau nici o teorie prealabilă au preferat mereu un obiect nou, netestat, indiferent ce li se arăta.

În experimente asemănătoare, cercetătorii le-au arătat copiilor că

piesele aflate în echilibru erau de fapt menţinute acolo cu ajutorul unui magnet. Reacţiile diferitelor grupuri au fost iarăşi interesante. Atât cei din grupul „centru geometric“, cât şi cei din grupul „centru de masă“ au folosit noul element – magnetul – în încercarea de explica ce se întâmplă, dar numai în cazurile în care teoriile lor prealabile intraseră în contradicţie cu noile observaţii. Adică „teoreticienii centrului geometric“ care au văzut piesa în echilibru în centrul ei de masă au dedus că acest lucru se întâmpla numai fiindcă piesa era menţinută de magnet. Acelaşi lucru a fost valabil pentru „teoreticienii centrului de masă“ cărora li s-a prezentat o piesă echilibrată în centrul ei geometric. Mai mult, în experimentele în care prezenţa magnetului nu era dezvăluită, copiii au folosit noua dovadă a echilibrării diferite față de teoria lor drept motivație pentru a-şi regândi şi revizui predicţiile. Nu s-au simţit obligați să-şi schimbe convingerea dacă apărea o explicaţie auxiliară (în acest caz, prezenţa magnetului).

Toate studiile pe copii oferă o imagine în care componentele curiozităţii orientate spre nou sau neobişnuit şi spre antrenarea cu stimuli plăcuţi (curiozitate difuză şi perceptivă) cedează uneori în faţa dorinţei de a maximiza învăţarea, de a înţelege cauza şi efectul, de a descoperi structura lumii şi a reduce erorile de predicţie (curiozitate epistemică).

Studiile arată că înaintea vârstei de nouă luni, deşi se pricep foarte bine să manevreze şi să „guste“ obiectele, pot face deosebirea între familiar şi străin şi sunt foarte atenți la imagini şi sunete, bebelușii rareori manifestă vreun interes faţă de dorinţele şi intenţiile altcuiva. În scurt timp însă, ei dezvoltă un nou tip de relaţie mentală cu lumea externă, care devine de prim interes pentru ei.

Experimente cu 1 356 de bărbaţi şi 1 080 de femei, având între 17 şi 92 de ani, au arătat că, odată cu vârsta, se diminuează căutarea noutăţii (şi probabil, mai general, unele aspecte ale curiozităţii difuze şi perceptive), în timp ce curiozitatea specifică şi cea epistemică par să rămână stabile la maturitate, ba chiar şi la vârste înaintate.[21] Altfel spus, e o trăsătură constantă a oamenilor să fie „infovori“ şi să-și *dorească* să înveţe, dar disponibilitatea de a-ţi asuma riscuri de dragul noutății, emoţiei şi aventurii, precum şi capacitatea de a fi surprins scad cu vârsta.

Cercetătorii cognitivişti şi psihologii încearcă să descifreze

funcționarea minții umane când suntem curioși. Înțelegerea curiozității nu poate fi însă completă fără a ține cont de procesele fiziologice din creier.

---

7. Trimitere la povestea *Bucle Aurii şi cei trei urşi*, în care fetița Bucle Aurii (*Goldilocks*, în engleză) alege mereu din variantele disponibile (pentru dimensiunea patului, temperatura supei…) pe cele potrivite (n. red.).

ŞASE
Curios în privinţa curiozităţii: Neuroştiinţele

De la începutul anilor 1990 specialiștii în neuroștiințe au adăugat în arsenalul lor de cercetare un nou şi puternic instrument, care îi ajută să obțină la propriu *imagini* ale acțiunii curiozității în creier. Imagistica prin rezonanţă magnetică funcţională (IRMf) e o procedură care le permite cercetătorilor să vadă ce regiuni din creier sunt activate în cursul anumitor procese mentale.[1] Tehnica se bazează pe faptul că, atunci când o arie a creierului e intens folosită, energia necesară pentru activitatea neurală duce la o creştere a fluxului sanguin în acea regiune. Creierul în funcţiune poate fi deci cartografiat în detaliu luând imagini instantanee ale modificării fluxului sanguin[2], pe baza nivelurilor diferite de oxigen din sânge – sângele oxigenat are alte proprietăţi magnetice decât cel neoxigenat, iar diferenţa relativă poate fi vizualizată. În combinație cu cercetările cognitiviștilor, IRMf oferă o nouă dimensiune studiilor asupra curiozităţii. Câteva experimente neuroştiinţifice au contribuit substanțial la înţelegerea bazei neurofiziologice a curiozităţii.

ÎNTREBĂRI ADRESATE CREIERULUI

Într-un celebru studiu din 2009, cercetătorii Min Jeong Kang, Colin Camerer şi colegii lor au folosit IRMf pentru identificarea căilor neurale ale curiozităţii.[3] Cercetătorii au efectuat un test în care au scanat IRMf creierele a 19 subiecţi, în timp ce acestora le erau prezentate patruzeci de întrebări de cultură generală. Întrebările, din domenii diferite, fuseseră alese aşa încât să creeze un amestec de curiozitate specific-epistemic ridicată şi scăzută, adică interesul pentru anumite cunoştinţe. O întrebare era: „Ce instrument a fost inventat pentru a suna ca vocea umană?“ Alta: „Cum se numește galaxia din care face parte Pământul?“ Subiecţilor li se cerea să citească întrebarea, să ghicească răspunsul

(dacă nu-l cunoşteau), să-şi evalueze curiozitatea de a da răspunsul corect şi să spună câtă încredere aveau în ce ghiciseră. În etapa a doua, fiecare subiect vedea din nou întrebarea, urmată imediat de răspunsul corect. (Dacă sunteţi curioşi, răspunsul la prima întrebare este vioara; la a doua, Calea Lactee.). Graficul curiozităţii declarate în funcţie de incertitudine a fost o curbă în formă de U răsturnat.

IRMf a arătat că, drept reacţie la o curiozitate declarat ridicată, regiunile cerebrale semnificativ activate cuprindeau nucleul caudat stâng şi cortexul prefrontal (CPF) lateral – arii despre care se ştie că sunt activate ca anticipare la stimuli de recompensă[4] (figura 18). Anticiparea este genul de trăire pe care o ai înainte să se ridice cortina pentru a se juca o piesă pe care voiai de mult s-o vezi. Nucleul caudat stâng s-a demonstrat de asemenea că e activat în timpul unor acte caritabile şi ca reacţie la pedepsirea unui comportament nedrept, ambele percepute drept recompensatoare. Descoperirile lui Kang şi ale colegilor săi au fost deci în acord cu ideea conform căreia curiozitatea epistemică – foamea de cunoaştere – declanşează anticiparea unei stări de recompensare, ceea ce indică faptul că dobândirea cunoaşterii şi informaţiei e preţuită de mintea noastră. Oarecum surprinzător însă, structura cerebrală numită nucleul accumbens, despre care se crede că joacă un rol central în circuitele recompensării şi plăcerii (şi e una dintre regiunile cel mai constant activate de anticiparea recompensei), nu a fost activată în experimentul lui Kang. Cercetătorii au mai observat că, atunci când subiecţilor li s-a arătat răspunsul corect, regiunile cerebrale care s-au energizat semnificativ au fost cele asociate în mod normal cu învăţarea, memoria şi înţelegerea şi producerea limbajului (cum e girusul frontal inferior). Este de menţionat că activările au fost mai puternice la cei care anterior nu ghiciseră răspunsul decât la cei care îl ghiciseră. Subiecţii au prezentat de asemenea o întărire a memoriei pentru răspunsul corect atunci când iniţial dăduseră un răspuns greşit. Un studiu comportamental ulterior a arătat că o curiozitate mai mare în prima etapă a experimentului era corelată cu o mai bună aducere aminte a răspunsurilor surprinzătoare chiar şi după zece zile. Acest rezultat era previzibil, fiindcă informaţia e considerată mai preţioasă şi capacitatea de învăţare e mai mare atunci când se corectează o greşeală (în domenii care te preocupă). Pe de altă parte, faptul că prezentarea răspunsului corect nu a activat semnificativ alte regiuni cerebrale despre care se ştie

că răspund la primirea recompenselor a fost oarecum derutant.

Să ne amintim că există o incertitudine care planează aproape inevitabil asupra tuturor studiilor de imagistică. Deşi IRMf poate într-adevăr cartografia regiunile din creier care se activează atunci când sunt induse cel puţin unele forme de curiozitate epistemică (iar, după cum am văzut, acele regiuni sunt cele asociate cu anticiparea recompensei), aceleaşi regiuni (precum nucleul caudat stâng şi cortexul prefrontal) sunt activate şi într-o mulţime de alte funcţii cerebrale. Prin urmare, legătura dintre curiozitate şi anticiparea recompensei ar fi fost greu de susţinut fără dovezi venind din psihologia cognitivă.

Pentru a-şi consolida observaţiile, Kang şi colaboratorii săi au efectuat un test suplimentar, conceput pentru a deosebi anticiparea recompensei de simpla sporire a atenţiei (care activează și ea nucleul caudat stâng). Noul experiment avea două componente. În prima, cercetătorii le-au permis subiecţilor să se folosească oricând de unul dintre cele douăzeci şi cinci de indicii pentru a afla răspunsul corect la una dintre cele cincizeci de întrebări (au fost adăugate zece întrebări la cele patruzeci iniţiale). Cum numărul indiciilor era numai jumătate din numărul întrebărilor, cheltuirea unui indiciu pentru o întrebare însemna renunţarea la alt indiciu pentru altă întrebare. În a doua situaţie experimentală, subiecţii se puteau hotărî să aştepte între cinci şi douăzeci şi cinci de secunde ca răspunsul să apară, sau puteau trece la următoarea întrebare, lipsindu-se astfel de răspunsul corect la întrebarea precedentă. Ambele acţiuni (cheltuirea unui indiciu sau aşteptarea unui răspuns) presupuneau un anumit cost, fie în resurse, fie în timp. Rezultatele au arătat că cheltuirea indiciilor sau a timpului era puternic corelată cu curiozitatea declarată, ceea ce confirma interpretarea curiozităţii drept anticipare a recompensei, fiindcă oamenii sunt de regulă mai inclinaţi să investească (timp sau bani) în subiecte sau acţiuni care sunt de aşteptat să le aducă recompense.

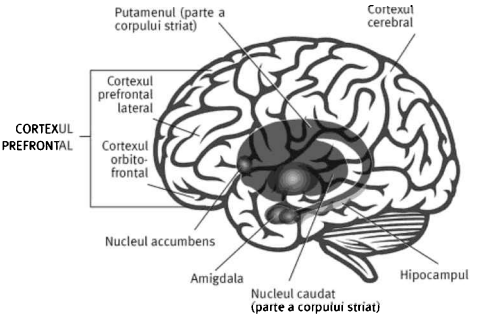


Figura 18

În ciuda unor incertitudini persistente, studiile lui Kang şi ale colegilor ei au sugerat că curiozitatea specific-epistemică e legată de anticiparea informaţiei care e considerată recompensă. Descoperirile suplimentare, demonstrând întărirea memoriei ca răspuns la curiozitatea iniţială însoţită de un răspuns greşit, au arătat că potenţialul pentru învăţare e sporit prin curiozitate.[5] După cum vom vedea mai târziu, această observaţie ar putea oferi indicii importante pentru îmbunătăţirea metodelor de predare şi pentru comunicarea mai eficientă a informaţiei.

Deşi studiile lui Kang şi ale colaboratorilor săi au deschis noi perspective, multe întrebări au rămas fără răspuns. A fost explorat un singur tip de curiozitate – specific-epistemică –, cea care e de aşteptat să fie stârnită de întrebările de cultură generală. Reacţionează oare în mod asemănător creierul la stimulii noutăţii şi surprizei, sau la simpla dorinţă de a evita plictiseala? Depinde reacţia de forma stimulului? De exemplu, se petrec în creier aceleaşi procese când devenim curioşi examinând o imagine ca atunci când devenim curioşi citind un text? Un studiu publicat în 2012 a încercat să abordeze câteva dintre aceste întrebări.

IMAGINI NECLARE

Scanarea creierului în timp ce omenii sunt curioşi e un experiment tentant. Dar cum îi faci să fie curioşi? Simpla cerinţă ca participanţii să-şi evalueze curiozitatea (pe o scară de la 1 la 5, să zicem) introduce o anumită ambiguitate subiectivă. Cercetătoarea cognitivistă Marieke

Jepma de la Universitatea din Leiden, Olanda, şi echipa ei au folosit altă metodă decât cea a lui Kang pentru a stârni curiozitatea subiecţilor.[6] Jepma şi-a concentrat atenţia asupra curiozităţii *perceptive* – mecanismul declanşat de noutate, surpriză sau obiecte ori fenomene ambigue. Ideea a fost de a înteţi focul curiozităţii cu stimuli echivoci care deschid posibilitatea unor interpretări multiple. Cercetătorii au scanat (folosind IRMf) creierele a nouăsprezece participanţi cărora li se arătau imagini ale unor obiecte obişnuite (autobuz, acordeon…), dar dificil de identificat fiindcă erau neclare. Pentru a manipula declanşarea şi satisfacerea curiozităţii perceptive, Jepma şi colegii ei au folosit patru combinaţii de imagini clare şi neclare (figura 19 ilustrează setul de combinaţii): o imagine neclară urmată de imaginea corespunzătoare clară; o imagine neclară urmată de o imagine clară fără legătură cu prima; o imagine clară urmată de imaginea corespunzătoare neclară; o imagine clară urmată de o imagine clară identică. Astfel, subiecţii nu ştiau niciodată la ce să se aştepte sau dacă va fi satisfăcută curiozitatea lor privind identitatea obiectului.

Cum studiul lui Jepma a fost unul dintre primele experimente care încercau să demonstreze corelatele neurale ale curiozităţii perceptive, era de aşteptat ca rezultatele să suscite un mare interes, iar ele n-au dezamăgit. În primul rând, Jepma şi colaboratorii ei au descoperit că curiozitatea perceptivă activează regiuni cerebrale cunoscute a fi sensibile la stări neplăcute (deşi nu exclusiv).[7] Acest lucru era în acord cu predicţiile teoriei informaţiei-lipsă – curiozitatea perceptivă produce o senzaţie negativă de nevoie şi privare asemănătoare setei.

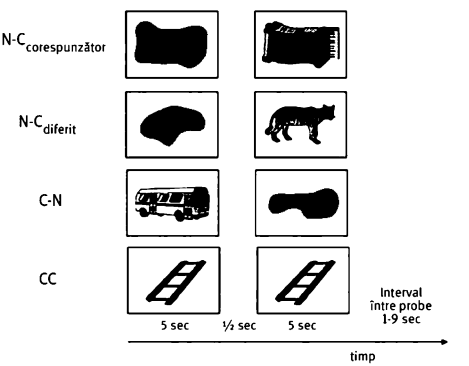


Figura 19

În al doilea rând, cercetătorii au observat că satisfacerea curiozităţii perceptive activa circuitele cunoscute ale recompensării[8], ceea ce confirma ideea că încheierea stării neplăcute tipică pentru curiozitatea perceptivă – prin oferirea informaţiei dorite –, sau cel puţin reducerea intensităţii ei, e percepută de minte drept recompensă. Simplu spus, senzaţia dată de curiozitatea perceptivă seamănă oarecum cu cea de privare, de conflict sau de foame. Când îţi satisfaci curiozitatea e cam ca şi cum ai avea parte de hrană, vin sau sex de bună calitate.

Jepma şi colegii săi au mai dezvăluit un al treilea fapt interesant: inducerea şi reducerea curiozităţii perceptive aveau ca efect sporirea memoriei accidentale (amintiri formate involuntar) şi era însoţită de activarea hipocampului (figura 18), o structură cerebrală asociată cu învăţarea. Această descoperire a oferit sprijin suplimentar ipotezei că trezirea curiozităţii e o bună strategie nu doar pentru motivarea explorării, dar şi pentru consolidarea învăţării.

Mai mult decât asemănările, diferenţele dintre rezultatele lui Jepma şi cele ale lui Kang au fost deosebit de interesante. Descoperirile lui Jepma au fost în general în acord cu ideea conform căreia curiozitatea e în mod fundamental o stare neplăcută (fără s-o demonstreze totuşi), în vreme ce descoperirile lui Kang au confirmat ideea conform căreia curiozitatea e în principal o stare plăcută (iarăşi fără s-o demonstreze). Cum se pot împăca aceste concluzii aparent contradictorii? După cum am văzut, studiul lui Jepma a fost anume conceput pentru a investiga curiozitatea perceptivă – curiozitatea provocată de stimuli ambigui, bizari sau deconcertanţi. Mai exact, mecanismul curiozităţii declanşate de imagini neclare poate fi considerat *specific-perceptiv*, fiindcă subiecţii erau curioşi să ştie ce reprezentau acele imagini neclare. Pe de altă parte, examinând curiozitatea declanşată de întrebările de cultură generală, studiul lui Kang şi al colaboratorilor ei a explorat în principal substraturile curiozităţii *specific-epistemice* – dorinţa intelectuală de cunoaştere specifică. Cele două studii par să arate aşadar că aspecte sau mecanisme diferite ale curiozităţii pot implica (cel puţin parţial) regiuni separate din creier şi se pot manifesta ca stări psihologice distincte.

Dacă se confirmă, această interpretare poate veni în sprijinul scenariului dual sau binar al lui Jordan Litman. Să ne amintim că Litman propunea existenţa a ceea ce el numea „curiozitatea I“ – emoţia plăcută legată de interes – şi „curiozitatea D“ – senzaţia neplăcută de

privare rezultată din absența accesului la o anumită informaţie. Combinând datele neuroştiinţifice cu ideile lui Litman, curiozitatea perceptivă ar trebui pesemne considerată în principal de tipul D, iar cea epistemică de tipul I. Această imagine care se conturează e de asemenea în acord cu ipoteza cercetătorilor cognitivişti Gottlieb, Kidd şi Oudeyer,[9] care spun că „în loc să folosească un singur proces de optimizare, curiozitatea conţine o *familie de mecanisme* care include euristici simple legate de noutate/surpriză şi măsuri ale progresului învăţării pe durate mai lungi“. Asta nu înseamnă neapărat că diferitele tipuri de curiozitate folosesc părţi complet separate ale creierului. E posibil ca diferitele tipuri de curiozitate să implice un miez cerebral comun (cum sunt regiunile răspunzătoare pentru senzația de anticipare), dar și să activeze circuite şi substanţe diferite, deși între toate operaţiile creierului există un anumit grad de conectivitate funcţională.

Jepma şi colegii săi au subliniat totuşi că incertitudinile din studiul lor şi din cel al lui Kang nu ne permit să tragem concluzii definitive. De pildă, cum în experimentul lui Kang întrebările erau întotdeauna urmate de răspunsurile corecte, nu e clar dacă activarea unor componente cerebrale reflecta anticiparea generală a unui feedback oarecare, curiozitatea legată de un anumit răspuns corect sau o combinaţie a lor. Tocmai de aceea echipa lui Jepma a ales uneori să nu scadă incertitudinea indusă de imaginile neclare şi să prezinte câte o imagine clară fără nici o legătură cu ele. Această diferenţiere deliberată a permis să se separe activarea produsă de curiozitatea privind natura obiectului din imagine de cea creată de anticiparea unei forme de feedback care ar limpezi imaginile neclare.

În acelaşi timp însă, echipa lui Jepma a recunoscut că în experimentul ei imaginea clară a fost expusă numai în jumătate din probe, introducând o ambiguitate suplimentară în interpretarea rezultatelor. Mai precis, era imposibil de determinat în ce măsură participanţii au simţit incertitudinea (şi deci curiozitatea) privind identitatea reală a imaginii, iar nu incertitudinea privind apariţia unei imagini clare (sau un amestec al celor două).

Aceste limitări inerente ale experimentelor lui Kang şi Jepma ilustrează cât de dificilă e cercetarea în psihologia cognitivă şi în neuroştiinţe. Creierul este o piesă de hardware atât de complexă, iar mintea o piesă de software impenetrabilă atât de sofisticată, încât până

şi experimentele cele mai atent concepute lasă întotdeauna loc pentru neprevăzut.

M-a impresionat totuşi atât de mult experimentul lui Jepma, încât am fost curios să aflu cum a ajuns la el şi ce va urma. „De ce te-ai hotărât să studiezi curiozitatea?“ am întrebat-o într-o conversaţie pe Skype. „Am studiat dilema a exploata/a explora“, mi-a explicat ea. „Exploatezi lucruri pe care le ştii deja, şi explorezi când ştii foarte puţin. M-a interesat cum orientează exploatarea şi explorarea procesul de luare a deciziei.“ Deşi perfect logic, nu era un răspuns complet, aşa că am insistat. „Şi apoi?“ „Ei bine, mi-am dat seama că motivaţia principală pentru explorare e curiozitatea, aşa am ajuns la ea. Spre surprinderea mea, am descoperit că există foarte puţine studii neuroştiinţifice despre curiozitate, în ciuda enormei sale importanţe.“

„Ai mai efectuat şi alte studii care n-au fost încă publicate?“ A zâmbit. „Cum ţi-ai dat seama? Am făcut un studiu preliminar pentru a testa dacă indivizii sunt dispuşi să suporte chiar şi durerea fizică pentru a-şi satisface curiozitatea.“ „Şi sunt dispuşi?“ „Nu toţi“, a spus ea, „dar au existat câţiva. Efectul e semnificativ.“ Am fost uimit.

Din ambele studii de neuroimagistică a rezultat şi un alt lucru interesant: ele sugerează nu numai existenţa unor legături între curiozitate, memorie şi învăţare, dar şi o suprapunere a circuitelor curiozităţii şi recompensării. După cum vă amintiţi, din investigaţiile cognitive a reieşit că mintea produce recompense care conferă valoare culegerii informaţiei, iar experimentele de IRMf au generat un nou set de întrebări mai profunde: Cum e influenţată memoria de curiozitate? Capacitatea memoriei de lucru influenţează oare curiozitatea? Valoarea acumulării de informaţii este oare pentru sistemul de recompensare asemănătoare cu cea a altor lucruri (o ciocolată, un pahar cu apă sau un drog)? Curiozitatea care determină explorarea activă, voluntară e aceeaşi cu curiozitatea indusă artificial şi redusă în mod pasiv în experimentele neuroştiinţifice?

CURIOZITATE, RECOMPENSĂ ŞI MEMORIE

De fapt, nu aveam nevoie de studiile de neuroimagistică pentru a ști că oamenii învaţă mai eficient un subiect dacă sunt curioşi în privința lui

decât dacă îi plictiseşte. Cu toţii am simţit amestecul de plictiseală şi oboseală când suntem obligaţi să ascultăm o conferinţă anostă sau să stăm la masă între două persoane stupide. Oamenii găsesc că este mult mai uşor să înveţe despre lucruri care-i interesează. Dar curiozitatea influenţează oare şi ce ne amintim? Iar dacă da, prin ce mecanism? Acestea sunt problemele pe care şi le-au pus neurocercetătorii Matthias Gruber, Bernard Gelman şi Charan Ranganath de la Universitatea din Davis, California.[10]

Cercetătorii au pornit pe o cale asemănătoare celei a lui Kang, cerându-se studenţilor să răspundă la o serie de întrebări de cultură generală. Participanţii au fost apoi instruiţi să-şi evalueze încrederea în răspunsuri şi să indice nivelul lor de curiozitate pentru a găsi răspunsul corect la fiecare întrebare. Aici însă studiul lui Gruber a introdus o modificare. Procesul iniţial le-a permis lui Gruber şi colaboratorilor săi să creeze o listă personalizată de întrebări pentru fiecare student, eliminând întrebările la care el ştia deja răspunsul. Fiecare listă conţinea întrebări în legătură cu care studentul îşi manifestase diferite grade de curiozitate, de la „mor“ să aflu răspunsul la nu-mi pasă deloc.

Cercetătorii au folosit apoi IRMf pentru a scana creierul fiecărui student în timp ce lista sa personalizată de întrebări apărea pe un ecran. După fiecare întrebare urma un interval de aşteptare de 14 secunde, în care pe ecran apărea aleatoriu o faţă timp de două secunde. Apoi era afişat răspunsul la întrebare, iar procesul se relua. După sesiunea de scanare a creierului, subiecţii au fost supuşi unui test-surpriză de memorie pentru feţele pe care le văzuseră pe ecran în perioadele de pauză, precum şi unui test de memorie pentru răspunsurile la întrebări.

În privinţa regiunilor cerebrale activate în cursul aşteptării unei informaţii interesante, rezultatele lui Gruber au fost în general în acord cu cele ale lui Kang. Studiul lui Gruber a oferit totuşi indicii noi legând curiozitatea de recompensă şi memorie. În primul rând, comparând activitatea creierului la întrebări la care subiecţii erau foarte curioşi să afle răspunsul şi la cele la care nu erau curioşi, cercetătorii au descoperit că activarea urmează exact căile cerebrale care transmit semnale dopaminergice. Dopamina e un neurotransmiţător – o substanţă eliberată în creier de celulele nervoase pentru a transmite semnale altor celule nervoase – care joacă un rol important în sistemul de recompensare al creierului. Rezultatele lui Gruber şi ale colaboratorilor

săi au confirmat deci că curiozitatea epistemică apelează la circuitul de recompensare.[11] Cu alte cuvinte, dorinţa de a învăţa produce propriile ei recompense interne. În al doilea rând, după cum era de aşteptat, studiul a dezvăluit că, atunci când curiozitatea le e stârnită, subiecţii învaţă mai repede. De asemenea, ei reţin mai bine informaţia după 24 de ore. Surprinzător, studiul a arătat că subiecţii reuşeau mai bine să recunoască feţele aleatorii care apăreau pe ecran în perioada de aşteptare a răspunsului la întrebările care le trezeau curiozitatea. Prin urmare, chiar şi învăţarea informaţiei întâmplătoare s-a îmbunătăţit în condiţiile curiozității sporite. „Curiozitatea poate aduce creierul într-o stare care-i permite să înveţe şi să recupereze orice informaţie, ca un vârtej care absoarbe ceea ce eşti motivat să înveţi, precum și tot ce e în jur“, spunea Gruber.

Al treilea lucru descoperit de Gruber şi echipa sa a fost la fel de interesant. Ei au înțeles nu numai că procesul de învăţare e asociat cu creşterea activităţii într-o regiune esențială pentru formarea de amintiri noi, hipocampul, dar şi că intensitatea interacţiunii dintre hipocamp şi circuitul de recompensare creşte. Este ca şi cum curiozitatea ar recruta sistemul de recompensare pentru a ajuta hipocampul la absorbirea şi reţinerea informaţiei.

Experimentele psihologilor Brian Anderson şi Steven Yantis de la Universitatea Johns Hopkins au adăugat o nouă dimensiune acestei imagini.[12] Ei au arătat că relaţia dintre curiozitate şi sistemul de recompensare funcţionează şi în sensul opus: stimulii asociaţi anterior cu recompensa au generat curiozitate şi au captat atenţia timp de peste o jumătate de an, chiar dacă informaţia inițială fusese prezentată ca un element irelevant de distragere a atenției. Stimulii care sunt iniţial urmaţi de o recompensă generează înclinaţii persistente ale atenţiei şi induc curiozitate, chiar şi dacă acei stimuli nu mai apar. Cu alte cuvinte, curiozitatea şi sistemul de recompensare se susţin reciproc, interacţiunea lor e o stradă cu dublu sens.

În fine, rezultatele lui Gruber par să sugereze că deşi curiozitatea reflectă o motivaţie intrinsecă, ea poate fi mediată de mecanisme şi circuite cerebrale asemănătoare celor care îi fac pe oameni să tânjească după, să spunem, o îngheţată, nicotină sau câştigul la poker. Curiozitatea şi informaţia pe care o caută doar modulează valoarea pe care creierul o atribuie recompenselor primare cum sunt apa şi hrana?

Sau informaţia şi dobândirea ei au valoarea lor proprie, independentă, undeva în creier?

Neurocercetătorii Tommy Blanchard, Ben Hayden şi Ethan Bromberg-Martin s-au folosit recent de faptul că informaţia despre evenimente viitoare ajută la luarea deciziilor pentru a testa diferitele ipoteze privind locul unde creierul evaluează posibilele recompense.[13] Ei s-au concentrat asupra unei arii din lobii frontali ai creierului de maimuţă despre care se ştie că e implicată în procesul cognitiv de luare a deciziilor. Mai exact, ei au înregistrat activitatea neuronilor din regiunea numită aria 13 din cortexul orbitofrontal (COF, figura 18). COF joacă un rol central în semnalizarea informaţiei legate de recompense.

Cercetătorii au încercat să lămurească următorul aspect. Deşi nu încape îndoială că valorile atribuite de creier informaţiei şi recompensei primare (hrana sau drogurile) sunt în cele din urmă integrate într-o singură cantitate, folosită la rândul ei pentru a îndruma un anumit comportament, nu se ştie exact se întâmplă *înainte* ca cele două valori să se combine pentru a crea o entitate. Scopul cercetătorilor a fost deci de a distinge între cele două variante privind rolul COF în acest tip de luare a deciziei. Prima posibilitatea era ca COF să reprezinte un stadiu în care componente precum informaţia şi recompensele primare sunt ţinute separat, pentru a fi combinate mai târziu într-o altă arie din aval. Pe de altă parte, COF putea fi tocmai locul unde informaţia şi recompensa primară sunt combinate pentru a genera o unică valoare care în cele din urmă călăuzeşte deciziile.

În studiul lor, Blanchard şi colegii săi au înregistrat activitatea neuronilor COF din creierul maimuţelor care puteau alege între două variante ale unui joc de noroc: fie primeau apă ca premiu (recompensă primară), fie li se oferea un indiciu care dezvăluia rezultatul jocului înainte de desfăşurarea lui (informaţie în avans).

Două rezultate au fost deosebit de importante. În primul rând, maimuţele renunţau de regulă la apă pentru a obţine informaţie în avans, ceea ce aminteşte că în experimentele lui Jepma oamenii erau dispuşi să suporte dureri pentru a-şi satisface curiozitatea. În al doilea rând, s-a găsit că COF codifică valoarea informaţiei şi valoarea recompensei primare, şi nu le integrează într-o singură variabilă. Filozoful Thomas Hobbes pare să fi avut dreptate când numea

curiozitatea „concupiscenţă a minţii“. „La fel cum reglează căutarea unei recompense satisfăcând necesităţile fiziologice ca răspuns la stări interne precum foamea şi setea, COF poate regla şi căutarea informaţiei ca răspuns la stări interne precum incertitudinea şi curiozitatea“, scriau Blanchard, Hayden şi Bromberg-Martin. Simplu spus, COF pare să fie o poartă de acces pentru restul sistemului de recompensare, şi generează input-uri folosite mai apoi în procesul de evaluare consolidată, dar nu acţionează ca evaluator final. În particular, curiozitatea pare să fie cuantificată separat de celelalte elemente evaluate de COF.

Aceste experimente arată că, deși suntem departe de a ști totul despre curiozitate, neurocercetătorii încep să găsească legăturile intime dintre mecanismele curiozităţii, recompensei şi învăţării, şi să identifice rolurile diferitelor componente ale creierului în cablajul complicat al acestor mecanisme.

VOINŢA

Procedurile adoptate în studiile lui Kang, Jepma, Gruber, Blanchard şi ale colaboratorilor lor nu au permis cercetătorilor să afle dacă potolirea curiozităţii prin expunere pasivă la informaţii care reduc incertitudinea (cum sunt răspunsurile la întrebările de cultură generală sau imaginile clare care le dezvăluie pe cele neclare) se deosebește de satisfacerea curiozităţii prin explorare activă. În încercarea de a umple această lacună din înţelegerea felului în care funcţionează curiozitatea, neurocercetătorul cognitivist Joel Voss şi colaboratorii săi au studiat ce se întâmplă în creier în cursul comportamentului explorator activ determinat de voinţa proprie.[14]

Voss şi echipa sa au observat corect că, deși majoritatea teoriilor învăţării subliniază importanţa controlului individual asupra obiectului, stilului şi momentului învățării, majoritatea experimentelor din trecut asupra curiozităţii şi învăţării foloseau paradigme în care participanţii reacţionau pasiv la informaţia prezentată. Pentru a evita acest neajuns, Voss şi colegii săi au folosit o sarcină de învăţare concepută pentru a fi studiate efectele controlului voluntar (la alegere) al explorării vizuale asupra eficienţei procesului de învăţare. Mai exact, participanţilor li se

cerea să examineze seturi de obiecte obişnuite, privind pe rând câte un obiect printr-o fereastră mobilă. Pare convenţional, dar noutatea consta în faptul că pentru fiecare participant existau două faze de vizionare: fie subiectul putea controla activ poziţia ferestrei, fie era un receptor pasiv al şirului de imagini. Voss şi echipa sa au folosit o tehnică ingenioasă în care mişcările voluntar controlate ale unui participant erau înregistrate, iar apoi derulate în timpul fazei pasive a următorului subiect. În total, participanţii au văzut exact aceleaşi secvenţe, prezentate în exact aceleaşi intervale de timp, atât în faza activă, cât şi în cea pasivă, dar în primul moment participanţii au fost cei care au ales secvenţa pe care s-o vadă. Această metodă le-a permis cercetătorilor să identifice diferenţele care puteau fi puse pe seama efectelor controlului voluntar.

Rezultatele au arătat că, în comparaţie cu configuraţia pasivă, controlul voluntar a îmbunătăţit semnificativ memoria pe termen lung, deşi conţinutul informaţional era identic, ceea ce nu-l va surprinde pe cel care a încercat vreodată să obţină o informaţie de pe un website în timp ce altcineva controla mouse-ul. Activarea hipocampului, care joacă un rol esenţial în trecerea informaţiei din memoria pe termen scurt în memoria pe termen lung, a fost mai puternică în cursul explorării voluntare active. Cercetătorii au sugerat că efectele controlului voluntar asupra memoriei pot fi puse pe seama creşterii coordonării între hipocamp şi alte arii corticale. Să ne amintim că Jepma şi colegii săi au găsit de asemenea că satisfacerea curiozităţii perceptive e asociată cu creşterea activităţii hipocampului şi cu îmbunătăţirea memoriei accidentale. Studiul lui Voss a completat această imagine, arătând că învăţarea e încurajată şi de controlul voluntar. S-a afirmat că efectul suplimentar se datorează unei comunicări mai bune între hipocamp şi sistemele neurale răspunzătoare pentru funcţii precum planificarea şi atenţia. La rândul ei, această comunicare sporită face ca procesul de actualizare să fie mai eficient, ceea ce trezeşte creierului curiozitatea pentru trăsăturile frapante ale informaţiei disponibile şi îi permite să le absoarbă. Aceasta e într-un fel versiunea cerebrală a centrului nostru de gestionare a situaţiilor de urgenţă, care coordonează comunicarea între autorităţile care trebuie să reacţioneze în caz de dezastru.

Înainte de a rezuma ce am aflat despre natura curiozităţii din experimentele cognitive şi neuroştiinţifice aş vrea să menţionez două amendamente. În primul rând, în experimentele IRMf bazate pe sarcini

cercetătorii examinează localizarea activităţii cerebrale la anumite momente, ceea ce presupune că activitatea ia forma unei *unde staţionare* (ca vibraţiile unei corzi de vioară fixate la ambele capete), aşa încât intensitatea semnalului în fiecare punct de-a lungul undei rămâne constantă în timp. Într-un studiu publicat în iunie 2015, neurocercetătorul David Alexander şi colegii săi de la Universitatea din Leuven, Belgia, au arătat însă că forfota din creier seamănă mai curând cu *undele care se propagă*[15], activările şi dezactivările deplasându-se rapid prin creier. Prin urmare, tratarea separată a dimensiunilor temporală şi spaţială poate duce la pierderea unei mari părţi din informaţia relevantă. „Luăm în discuţie ideea că entităţile neurologice sunt evenimente care se petrec în anumite locuri şi momente, şi nu constau în traiectorii care se extind în spaţiu şi timp“, au conchis Alexander şi colaboratorii săi. Cu alte cuvinte, la fel cum o fotografie a unei mici porţiuni de mare nu redă imaginea de ansamblu a unui ocean agitat, dacă examinăm ce se întâmplă doar în anumite regiuni ale creierului la un moment dat pierdem din vedere faptul că activitatea se propagă prin creier într-un mod complex. Dacă Alexander şi echipa sa au dreptate, unele concluzii ale neuroimagisticii vor trebui revizuite atunci când vom dispune de tehnici mai sofisticate.

Al doilea amendament e legat de încrederea pe care o putem avea în rezultatele cercetării psihologice în general. Într-un studiu colectiv intitulat „Proiectul reproductibilităţii: Psihologia“ (*The Reproducibility Project: Psychology*)[16], publicat în august 2015, 270 de cercetători de pe cinci continente afirmă că au putut reproduce numai circa 40% din rezultatele a 100 de studii din psihologia cognitivă şi socială care fuseseră publicate în 2008 în reviste ştiinţifice respectabile. Proiectul ţine de aplicarea metodei ştiinţifice, care pretinde testarea continuă, reverificarea şi punerea în discuţie a ipotezelor. Numai adoptând asemenea proceduri riguroase ştiinţa se poate autocorecta. Deşi Proiectul reproductibilităţii a căzut oarecum în propria-i capcană – un studiu recent ridică semne de întrebare chiar asupra rezultatelor lui[17] –, rămâne adevărat că trebuie să fim mereu prudenţi şi să subliniem incertitudinea atunci când evaluăm în general rezultate experimentale, mai ales pe cele care oferă dovezi empirice în sprijinul unor teorii favorizate de cercetători. În plus, din pricina dificultăţilor tehnice şi de finanţare, studiile din neuroştiinţe implică adesea un număr relativ mic

de subiecţi. De pildă, în experimentele lor, Kang şi Jepma au scanat fiecare creierele a numai 19 studenţi. Prin urmare, semnificaţia statistică a rezultatelor e limitată.

Reținând aceste amendamente, ce ne spun despre curiozitate recentele studii psihologice şi neuroştiinţifice? Iată o trecere în revistă.

MUTAREA ÎN CENTRUL ATENŢIEI

Abia relativ recent curiozitatea a început să se bucure de interesul pe care-l merită. Deşi multe detalii ale mecanismelor pe care se bazează curiozitatea rămân necunoscute, începe să se contureze cel puţin o înţelegere aproximativă. Ce am aflat până acum?

În primul rând, pe măsură ce copiii se antrenează în activităţi de complexitate sporită, ei îşi explorează mediul şi dobândesc cunoaştere. Traiectoria urmată când cresc e remarcabil de asemănătoare pentru majoritatea copiilor, ceea ce arată că mecanismele de bază sunt comune. Curiozitatea copiilor pare să-i conducă de-a lungul unui drum care sporește cunoaşterea şi implică un proces de luare a deciziilor ce maximizează învăţarea şi înlesnește descoperirea legăturilor cauzale. Copiii par să înţeleagă relativ repede că fiecare efect e asociat cu o cauză, într-un lanţ continuu de evenimente. Curiozitatea lor pare să atribuie valoare unor sarcini concurente bazându-se pe posibilitatea ca aceste sarcini să permită descoperirea.

Comportamentul explorator al adulţilor pare şi el să urmeze nişte tipare coerente, chiar şi în condiţiile alegerii libere, şi în ciuda diferenţelor individuale. Specialiştii în inteligenţă artificială Frederic Kaplan şi Pierre-Yves Oudeyer au arătat că toate aceste elemente pot fi explicate considerând că scopul curiozităţii şi comportamentului explorator este de a reduce cât mai mult erorile de predicţie.[18] Cu alte cuvinte, oamenii (copii şi adulţi) evită atât căile exploratorii extrem de predictibile, cât şi pe cele extrem de impredictibile, pentru a se concentra asupra traseelor de satisfacere a curiozităţii care reduc la maximum erorile de predicţie. Gottlieb, Kidd şi Oudeyer au mers apoi mai departe, considerând că „scopul“ principal al curiozităţii este de a maximiza învăţarea (şi nu doar de a reduce incertitudinea).

Ce este în fond curiozitatea? După umila mea părere, studiile

cognitive şi de neuroimagistică par să susţină un scenariu în care ceea ce numim curiozitate ar putea de fapt cuprinde o familie de stări sau mecanisme interconectate care sunt acționate de circuite diferite din creier. În particular, curiozitatea declanşată de noutate, surpriză sau stimuli derutanți – curiozitatea perceptivă – pare să fie în principal asociată cu o stare neplăcută. În acest caz, curiozitatea e un mijloc de a reduce senzația negativă de privare. Acest tip de curiozitate e bine explicat de teoria informaţiei-lipsă, iar intensitatea ei în funcţie de nivelul de incertitudine are în general alura unei curbe în formă de U răsturnat.

Pe de altă parte, curiozitatea care include dragostea de cunoaştere şi pornirea de a o dobândi – curiozitatea epistemică – e percepută ca o stare plăcută. În acest caz, curiozitatea oferă o motivaţie intrinsecă de dragul ei. În acord cu ideea diferitelor tipuri de curiozitate, curiozitatea perceptivă s-a constatat că activează regiuni ale creierului care sunt sensibile la contradicție, în timp ce curiozitatea epistemică activează arii cerebrale legate de anticiparea recompensei.

Satisfacerea curiozităţii (de orice tip) e strâns legată de circuitul de recompensare, şi îmbunătăţeşte memoria şi învăţarea, mai ales când informaţia contrazice aşteptările anterioare, iar explorarea e activă şi voluntară. În sens invers, recompensele din trecut pot trezi mai multă curiozitate, chiar şi fără repetarea lor.

Un interesant studiu recent sugerează că până şi diferenţele individuale pot fi estimate cu o oarecare precizie folosind IRMf. Neurocercetătorii Ido Tavor şi Saad Jbabdi de la Universitatea Oxford şi colaboratorii lor au arătat că scanarea creierului unei persoane care se odihneşte și nu face absolut nimic poate prezice care zone ale creierului se vor activa în cursul unei serii de sarcini active, cum ar fi cititul (care implică interpretarea limbajului) şi participarea la un joc de noroc (care e asociată cu luarea deciziilor).[19]

După cum am arătat mai sus, apariția acestor noi descoperiri[20] nu înseamnă că înţelegem curiozitatea – e un domeniu în care ideile se contrazic reciproc şi totul se poate schimba. Iată câteva întrebări la care neurocercetătorii şi psihologii ar vrea să aibă răspunsuri mai precise: Joacă oare curiozitatea un rol în menţinerea capacităţilor cognitive la maturitate? Care sunt asemănările şi deosebirile dintre curiozitate şi alte motivaţii fundamentale precum foamea, setea și dorinţa sexuală? Care

sunt principalele elemente şi mecanisme neurale care guvernează şi orientează curiozitatea? Cum contopește creierul acele componente pentru a crea un traseu clar al luării deciziilor? Ce anume stă la baza diferenţelor individuale în privinţa curiozităţii şi motivaţiei exploratorii?

Nu sunt întrebări simple, şi e nevoie de mult mai multă cercetare pentru a obține răspunsuri neambigue. Legat de ultima întrebare, de pildă, Gottlieb, Kidd şi Oudeyer au început un amplu studiu pentru a testa ipoteza conform căreia deosebirile în privinţa curiozităţii de la un individ la altul se leagă de diferenţele la nivelul capacităţii memoriei de lucru şi controlului executiv. Cercetătorii cred că, din moment ce memoria de lucru influențează direct codificarea şi reţinerea informaţiei, ea poate determina valoarea pe care o atribuim învăţării şi noutăţii. Pentru a evalua corectitudinea ipotezelor lor, cercetătorii vor căuta corelaţii între curiozitate şi măsuri ale memoriei de lucru la un grup de copii. Ei vor face mai întâi o clasificare a gradului de curiozitate pe baza unor sarcini de explorare, apoi vor caracteriza capacitatea memoriei de lucru a copiilor prin teste de memorie standard. Aceste experimente (cu peste o sută de copii) vor permite cercetătorilor să examineze statistic dacă memoria de lucru şi curiozitatea sunt într-adevăr corelate. Este interesant de menţionat că încă din anii 1960 psihologul Sarnoff Mednick a sugerat că creativitatea (al cărei ingredient necesar e curiozitatea) este de fapt expresia unei memorii asociative – capacitatea de ține minte relaţii dintre elemente neînrudite – care funcționează excepţional de bine.[21]

Există și un alt aspect al curiozităţii care merită atenţie. Oamenii se deosebesc de celelalte animale prin capacitatea cognitivă de a formula şi integra informaţie abstractă, prin puterea de a inventa şi analiza scenarii ipotetice, chiar fictive, și prin aptitudinea de a transforma aproape tot ce percep în întrebări *de ce* şi *cum* încărcate de sens. În ultimă instanţă, curiozitatea şi dorinţa de a explora pentru a ajunge la cauze şi efecte au dus la apariția religiilor, la discipline precum logica (dar şi matematica şi filozofia), la încercarea de a înţelege cum funcționează natura (ceea ce numim știință), iar apoi la tehnologie şi inginerie, fiindcă majoritatea cercetărilor conduc în cele din urmă la aplicaţii. În acelaşi timp, apariţia şi evoluţia atât de complexului limbaj uman şi inerenta capacitate mentală de a descrie ceea ce există nu doar în lumea reală, dar şi într-o lume care poate fi doar imaginată, au dat

naştere literaturii, artelor vizuale şi muzicii.

Când şi de ce a apărut această diferenţă marcată între curiozitatea umană şi cea a celorlalte animale? În următorul capitol vom vedea cum capacitatea unic umană de a ne întreba „de ce?“ a fost o condiţie necesară pentru forme complexe de curiozitate.

ŞAPTE
Apariţia curiozităţii umane

Cercetările moderne în psihologie şi neuroştiinţe arată că cel puţin curiozitatea epistemică e un proces mental de decizie care urmăreşte maximizarea învăţării. Pentru a atinge acest scop, ea atribuie valori diferitelor variante pe baza posibilităţii percepute de a răspunde la întrebările pe care omul le consideră incitante. Ca atare, în esenţă, curiozitatea e un adevărat motor al descoperirii.

Studiile IRMf au permis cercetătorilor să localizeze curiozitatea în creier. Ele au arătat că principalele regiuni ale creierului care participă activ la procesele cognitive de declanşare şi satisfacere a curiozităţii aparţin fie de cortexul cerebral, stratul extern de ţesut neural care e sediul memoriei, gândirii şi conştiinţei (şi al funcţiilor motorii şi senzoriale), fie de corpul striat, o parte subcorticală a creierului anterior, esenţială pentru sistemul de recompensare (figura 18). Prin urmare, a ne întreba de ce oamenii sunt singura specie capabilă să se întrebe neîncetat „de ce?“ este, la un anumit nivel, echivalent cu a ne întreba în ce constă unicitatea cortexului cerebral şi corpului striat la om. În acelaşi timp, am vrea să înţelegem (din perspectivă evoluţionistă) cum au devenit aceste structuri cerebrale ceea ce sunt astăzi. Dar înainte de a începe să răspundem la aceste întrebări poate fi folositor să trecem în revistă câteva date simple despre creierul uman.[1]

Neuronii sunt principalele componente, unităţile computaţionale pe care se bazează activitatea creierului. Aceste celule excitabile electric procesează şi transmit informaţia prin diverse semnale chimice şi electrice. Ca într-o vastă reţea de calculatoare, fiecare neuron se conectează cu mii de vecini ai lui. Conexiunile se realizează prin două tipuri de ramificări: *axonii*, care transmit semnale de la nucleul celulei, şi *dendritele* care primesc semnale. Există un mic interstiţiu, numit sinapsă, unde un axon întâlneşte o dendrită. Când un neuron e activat, axonul eliberează substanţe chimice numite neurotransmiţători în sinapsă, ceea ce permite semnalului electric să străbată interstiţiul şi să

activeze alt neuron. Ca într-un incendiu care se răspândeşte rapid, mulţi neuroni pot fi activaţi aproape simultan printr-o reacţie în lanţ.

Creierul uman are două emisfere, acoperite de un strat de ţesut gri cu încreţituri adânci, cortexul cerebral (figura 18). Fiecare protuberanţă de pe suprafaţa lui e un girus, iar fiecare pliu e un sulcus. Important pentru ce ne interesează aici este că o parte din neuronii cortexului cerebral sunt răspunzători de tot ce asociem cu noţiunea de inteligenţă.

MATERIA CEREBRALĂ

Este oarecum bizar faptul că până prin 2007, deşi fuseseră intens folosite metode de eşantionare bazate pe secţiuni bidimensionale ale creierului (stereologie), nu se cunoştea cu precizie numărul total (mediu) al neuronilor din creierul uman sau al oricărei alte specii. Cifra de 100 de miliarde, frecvent citată pentru creierul uman, era incertă, după cum incerte erau şi numerele neuronilor din toate substructurile cerebrale. Situaţia s-a schimbat prin activitatea remarcabilă a cercetătoarei braziliene Suzana Herculano-Houzel şi a echipei sale.[2] Herculano-Houzel a conceput o metodă ingenioasă de numărare a neuronilor dizolvând pur şi simplu creierul într-o „supă“ – o suspensie de nuclei celulari liberi. Cum această supă poate fi agitată şi amestecată, transformându-se într-o soluţie omogenă, prin numărarea neuronilor dintr-un eşantion de lichid şi înmulţirea numărului obţinut cu raportul volumelor, Herculano-Houzel a determinat destul de precis numărul neuronilor din întregul creier şi, în mod asemănător, din oricare componentă a lui.

Am întâlnit-o prima oară pe Herculano-Houzel în 2013, iar pe când scriam acest capitol am discutat cu ea în detaliu despre munca ei. Dintr-o singură lovitură, împreună cu colegii ei, a pus capăt anilor de ambiguităţi şi speculaţii, înlocuindu-le cu date exacte. Vreţi să ştiţi câţi neuroni conţine creierul uman? Răspunsul lui Herculano-Houzel a fost tranşant: în medie, pentru bărbaţii brazilieni între cincizeci şi şaptezeci de ani, aproximativ 86 de miliarde. Pentru comparaţie, un şobolan are doar vreo 189 de milioane (ceea ce explică de ce nu un şobolan a scris cartea asta), iar un urangutan vreo 30 de miliarde. V-aţi putea gândi că 86 de miliarde e un număr apropiat de estimarea iniţială de 100 de

miliarde, iar această precizie suplimentară nu-i foarte importantă. La asemenea comentarii Herculano-Houzel răspunde că diferenţa de 14 miliarde de neuroni constituie întregul creier al unui babuin! Împreună cu echipa sa, a calculat şi numărul mediu de neuroni din principalele părţi ale creierului: 69 de miliarde în cerebel (partea vitală pentru controlul motor), 16 miliarde în cortexul cerebral şi ceva mai puţin de un miliard în restul creierului.

Contribuția lui Herculano-Houzel nu s-a limitat la numărarea neuronilor. Împreună cu Jon Kaas, neurocercetător la Universitatea Vanderbilt, Herculano-Houzel şi colaboratorii săi au arătat pentru prima oară că nu toate creierele sunt construite conform aceloraşi rapoarte.[3] La rozătoare, de pildă, un număr de zece ori mai mare de neuroni corticali ar necesita un cortex care să aibă o masă nu de zece, ci de cincizeci de ori mai mare.[4] În schimb, primatele reuşesc să înghesuie mai mulţi neuroni în creiere relativ mai mici şi în cortexuri cerebrale mai mici. Masa cerebrală la primate creşte oarecum liniar cu numărul de neuroni. De exemplu, creierul unei maimuţe Rhesus cântăreşte aproximativ 87 g, adică de vreo unsprezece ori mai mult decât creierul unui saguin, şi conţine de vreo zece ori mai mulţi neuroni decât creierul saguinului.

Ca primate, oamenii au beneficiat de această împachetare mai eficientă a unui număr mare de neuroni într-o masă mai mică din cortexul cerebral şi cortexul prefrontal. *Această înghesuire a neuronilor ne-a oferit primul avantaj evolutiv clar, cel puţin faţă de alte specii decât primatele*. Un studiu al neurobiologilor germani Gerhard Roth şi Ursula Dicke a arătat că inteligenţa speciilor e strâns corelată cu numărul neuronilor din cortexul cerebral.[5] Dar asta nu-i totul. Vă puteți mira că alte primate nu se pot întreba „de ce?“ (și uneori răspunde). De ce nu cercetează ele creierul uman?

De unde ştim că cimpanzeii nu se întreabă „de ce“? Există numeroase dovezi experimentale că cimpanzeii nu caută explicaţii pentru forţe sau cauze care nu sunt direct observabile, aşa cum fac oamenii. Într-un interesant experiment efectuat de Daniel Povinelli şi Sarah Dunphy-Lelii de la Universitatea din Lafayette, Louisiana, cercetătorii au proiectat nişte piese de lemn instabile din cauza unor mici greutăţi de plumb plasate în interior.[6] Piesele trucate şi altele netrucate, identice ca aspect, le-au fost prezentate unor copii între trei şi

cinci ani şi unor cimpanzei. Rezultatele au fost uimitoare. 61% dintre copii au examinat baza piesei trucate, iar peste 50% au făcut-o atât vizual, cât şi tactil. Nici unul dintre cei şapte cimpanzei n-a întreprins vreo examinare. Toţi au încercat la nesfârşit să aşeze în picioare piesa trucată. Au fost pur şi simplu incapabili să se întrebe „de ce?“.

Un experiment fascinant din 2015 s-ar putea să fi identificat aria din creier care le conferă oamenilor capacitatea lor unică de a procesa informaţia abstractă.[7] O echipă condusă de neurocercetătorii Stalislas Dehaene şi L. Wang a căutat diferenţele de activare între creierul uman şi cel de macac, în timp ce subiecţii ascultau câteva succesiuni de note. Succesiunile se deosebeau în două privințe: numărul total de note (pentru a pune în evidență capacitatea de a număra) și aranjamentul lor (capacitatea de a recunoaşte tipare abstracte). Echipa folosea IRMf pentru a monitoriza creierele pe măsură ce succesiunea de note se modifica. Modificările puteau fi de tipul AAAB transformat în AAAAB (tipar constant, număr schimbat) sau AAAB transformat în AAAA (număr constant, dar tipar schimbat). Dehaene şi colegii săi au examinat şi succesiuni în care se schimbau simultan şi numărul, şi tiparul, cum ar fi AAAB transformat în AAAAA. Atât la oameni, cât şi la macaci, aria cerebrală asociată în mod normal cu numerele s-a activat când numărul notelor s-a schimbat. La ambele specii s-au înregistrat modificările tiparelor, în ariile corespunzătoare din creier. Totuşi, numai în cazul oamenilor s-a înregistrat un răspuns intens suplimentar în girusul frontal inferior (regiune asociată cu învăţarea şi înţelegerea limbajului) atunci când s-au schimbat şi numărul, şi tiparul. Prin urmare, deşi maimuţele recunosc numere şi tipare, ele nu găsesc combinaţia abstractă a celor două suficient de interesantă pentru a o examina mai departe. Aceste descoperiri pot fi relevante şi pentru alte caracteristici unic umane, cum e prețuirea muzicii.

De ce există asemenea diferenţe între oameni şi maimuţe? Înainte de a analiza această problemă, vreau să discut despre un alt aspect al creierului uman, aparent deconcertant, legat de consumul de energie.

Deşi creierul reprezintă numai circa 2% din masa totală a corpului, funcționarea lui consumă între 20 şi 25% din cantitatea de energie disponibilă întregului organism. Pentru comparație, creierele altor specii sunt mult mai „ieftin“ de întreţinut, cu un cost mediu care de regulă nu depăşeşte 10%. De ce e atât de ridicat prețul facturii pentru energia

creierului uman? Herculano-Houzel şi echipa ei au dat un răspuns clar şi la această întrebare: creierul uman consumă (în raport cu corpul) mai multă energie pur şi simplu fiindcă are un număr mai mare de neuroni decât creierul oricărei alte primate. Consumul de energie pe neuron variază relativ puţin de la o specie la alta, aşa încât costul metabolic ridicat al creierului uman nu-i decât consecinţa directă a faptului că are un număr atât de mare de neuroni.

Creierele noastre, ca şi ale celorlalte animale, sunt produsul natural al evoluţiei darwiniste. Alimentarea lor cu energie e scumpă deoarece conţin mai mulţi neuroni raportat la volumul lor în comparaţie cu creierele non-primatelor. Totuşi, de ce avem mai mulţi neuroni decât gorilele, care sunt şi ele primate şi au un corp mult mai mare?

MARE, SAU DEŞTEPT?

Animalele din sălbăticie nu se bucură de luxul de a merge la cel mai apropiat supermarket ca să-şi cumpere cât de multă hrană le permite cardul lor de credit. (De fapt, din păcate, nici mulţi oameni nu se bucură de acest lux.) Ele trebuie să umble în căutarea hranei. Există însă o limită a numărului de ore pe zi în care pot căuta, vâna, mesteca şi mânca înainte ca starea sănătăţii lor să înceapă să se deterioreze, fiindcă trebuie şi să doarmă, să aibă grijă de pui şi să se apere de prădători.[8] De regulă, această limită nu depăşeşte 8-9 ore pe zi. Înseamnă că, în medie, nici un animal (nici primatele) nu se poate aştepta să capete mai mult de o anumită cantitate de energie din hrana zilnică. Observând mai multe specii în sălbăticie, cercetătorii au conchis că, la primate, consumul zilnic depinde de masa lor, aşa încât o specie de zece ori mai grea decât alta poate acumula şi consuma (pentru aceeaşi durată zilnică de căutare a hranei) de circa 3,4 ori mai multe calorii decât specia mai mică.

Pe măsură ce îşi procură energie, diferitele specii o şi consumă pentru funcţionarea corpului şi neuronilor din creier, iar aici apare limitarea. Ritmul consumului fizic (corporal) de energie creşte mai abrupt odată cu masa decât ritmul acumulării energiei prin căutarea hranei. Cantitativ, costul metabolic al corpului unei specii de zece ori mai grea este de aproximativ 5,6 ori mai mare (în comparaţie cu un input energetic de doar 3,4 ori mai mare pentru acelaşi timp de căutare

a hranei). Aceasta limitează dimensiunea corpului pe care îl poate avea o primată care petrece timpul maxim posibil pentru procurarea hranei. Herculano-Houzel şi colegii ei au calculat că greutatea maximă este de circa 120 de kilograme – aproape de greutatea unui mascul spate argintiu de gorilă care nu e mascul alfa.

Lucrurile se complică atunci când ţinem cont de costul caloric suplimentar pentru un număr mare de neuroni. Chiar dacă primatele petrec timpul maxim permis de fiziologia lor în căutarea neîncetată a hranei (vreo 8-9 ore), ele nu pot avea şi un corp mare, şi mulţi neuroni. „Ori creier, ori muşchi“, spunea Herculano-Houzel.[9] Una se dezvoltă în detrimentul celeilalte. Chiar dacă primatele din sălbăticie ar petrece toate cele opt ore pe zi cu hrănirea, cercetătorii estimează că numărul maxim de neuroni pe care i-ar putea susţine ar fi de vreo 53 de miliarde (mult mai puţin decât cele 86 de miliarde din creierul uman), dar cu preţul unei greutăţi corporale care să nu depăşească 25 de kilograme! Echilibrul între puterea cerebrală şi masa corporală (dacă evoluţia ar permite asemenea alegeri) ar face ca o primată de 75 de kilograme să se mândrească cu doar 30 de miliarde de neuroni – cam o treime din neuronii creierului uman (figura 20 prezintă masa cerebrală şi numărul total de neuroni la câteva specii de mamifere). Acesta pare să fi fost numărul neuronilor pe care i-a avut acum şase milioane de ani ultimul strămoş comun al oamenilor şi cimpanzeilor actuali. Apoi, cu vreo 4,5 milioane de ani în urmă, numărul fosilelor de hominini a început să crească spectaculos. Una dintre descoperiri a devenit celebră: scheletul fosilizat, datând de acum 3,2 milioane de ani, al unei femele aproape umane (figura 21 prezintă un mulaj de la Muzeul Naţional de Istorie Naturală din Paris) demonstra divergenţa clară între strămoşii umani şi linia care a condus la cimpanzeii şi bonobii de zi.

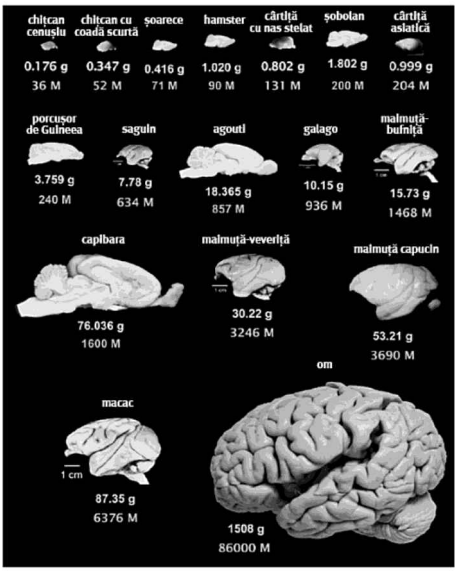


Figura 20

Paleoantropologul Donald Johanson a descoperit acest schelet cunoscut drept „Lucy“ în Hadar, nordul Etiopiei, pe 24 noiembie 1974.[10] Numele a fost sugerat de Pamela Alderman, membră a expediţiei, care a fost inspirată de cântecul formaţiei Beatles „Lucy in the Sky with Diamonds“. Scheletul lui Lucy împreună cu o colecţie de rămăşiţe împrăştiate aparţinând altor cel puţin treisprezece indivizi, descoperită la Hadar în 1975, şi un os găsit în 2011 se crede că reprezintă membrii speciei de hominini *Australopithecus afarensis*. Din structura piciorului, a genunchiului şi a coloanei vertebrale, paleoantropologii au dedus că Lucy era înaltă de aproximativ 107 cm şi avea un mers în principal biped. Cât priveşte dieta, era vegetariană, hrănindu-se, la fel ca cimpanzeii moderni, mai ales cu fructe.

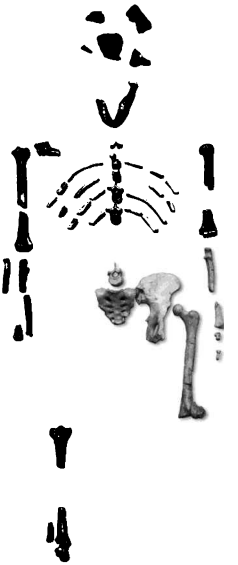


Figura 21

Dacă separarea clară a genului *Australophithecus* (însemnând „maimuţă sudică“) de strămoşii unor maimuţe antropoide moderne n-a fost suficient de surprinzătoare, ceea ce a urmat a fost de-a dreptul uluitor: creierul speciilor hominine care au condus la omul modern aproape că şi-a triplat dimensiunea în ultimele 1,5 milioane de ani!

La început, ritmul de creştere a fost relativ modest. Odată ce Lucy şi ai săi au devenit bipezi, au putut acoperi distanţe mai lungi, străbătând o diversitate mai mare de habitate, deoarece consumul caloric necesar deplasării pe două picioare e de aproape patru ori mai mic decât cel necesar deplasării patrupede. Reducerea costului energetic, cuplată cu accesul la o gamă mai largă de alimente, a permis probabil creşterea moderată a numărului de neuroni la o specie ulterioară numită *Homo habilis* („omul îndemânatic“), acum circa 2 milioane de ani. Creierul lui *Homo habilis* era deja mai mare decât cel al gorilelor moderne.

Creşterea numărului de neuroni şi a capacităţii cerebrale a început cu adevărat să se accelereze cu mai puţin de 2 milioane de ani în urmă. E tentant să bănuim că această sporire uimitoare a puterii creierului a fost intim împletită cu dezvoltarea curiozităţii umane. Curiozitatea l-a condus probabil pe *Homo habilis* la inventarea primelor unelte de piatră

cu margini ascuţite, provenite din lovirea a două pietre între ele. Odată confecţionate aceste unelte, curiozitatea l-a ajutat pe *Homo habilis* să recunoască în ele soluţia a două probleme pe care Lucy şi ai săi nu le puteau rezolva lesne: separarea cărnii de oase şi tăierea ei în bucăţi mai uşor digerabile, precum şi extragerea măduvei oaselor. După cum indică dinţii lor şi rămăşiţele scheletice a ceea ce a constituit hrana lor, membrii speciei *Homo habilis* şi-au îmbogăţit semnificativ aportul de calorii prin abandonarea regimului strict vegetarian şi încorporarea cărnii în dieta lor regulată.

Următorul pas important pe drumul către oamenii moderni datează de acum circa 1,8 milioane de ani, odată cu apariţia speciei *Homo erectus*.[11] Membrii acestei specii cu picioare lungi şi degete de la picioare scurte erau pesemne alergători extrem de rezistenţi – ceea ce i-a ajutat la vânarea unei prăzi vii (la început de talie mică), în loc să se limiteze la cadavre.

Toate aceste trăsături noi, îmbunătăţite, au contribuit fără îndoială la creşterea numărului de neuroni din creierul speciei *Homo*. Presiunea selecţiei naturale a jucat probabil şi ea un rol, fiindcă organizarea şi desfăşurarea expediţiilor de vânătoare trebuie să fi pretins capacităţi cognitive sporite în comparaţie cu cele necesare scormonirii după rădăcini de plante. Rămâne însă întrebarea esenţială: Ce anume a făcut posibilă mai mult decât dublarea dimensiunii creierului hominin între *Homo erectus* şi *Homo sapiens*? Această modificare fenomenală s-a petrecut în mai puţin de un milion de ani.[12] După cum vom vedea, s-ar putea să se fi datorat unui lucru pe care azi îl considerăm de la sine înţeles.

HRANĂ PENTRU GÂNDIRE?

Limitările energetice impuse asupra numărului de neuroni posibili au fost cât se poate de reale. Pentru a le ocoli cumva, membrii speciei *Homo erectus*, ba chiar şi cei ai speciei mai vechi *Homo heidelbergensis*, au trebuit să găsească un mijloc de a-şi spori mult eficienţa aportului caloric. Din fericire pentru strămoşii noştri şi pentru noi, una dintre cele mai bune soluţii de a o face este gătirea hranei. Pe lângă îmbunătăţirea gustului (dacă nu cumva se întâmplă ca bucătarul

să fie execrabil), gătitul permite o digestie mult mai eficientă deoarece fragmentează hrana atât la nivel macroscopic (prin mărunţire şi strivire), cât şi la nivel molecular (prin încălzire), expunând-o astfel enzimelor din tractul digestiv. Gătitul gelatinizează matricea de colagen din carne şi denaturează moleculele complexe din plante. În plus, prepararea hranei a adăugat în meniul oamenilor o mulţime de alimente (de pildă, cerealele şi orezul) care înainte nu erau digerabile.

În cartea sa din 2009 *Catching fire*[13], primatologul Richard Wrangham de la Universitatea Harvard a lansat ideea că introducerea cărnii gătite în dieta lui *Homo* a influenţat direct evoluţia creierului uman. Examinând constrângerile energetice nu numai asupra dimensiunii creierului, ci şi asupra numărului de neuroni, Herculano-Houzel a transformat această bănuială, conform căreia trebuie să fim recunoscători gătitului pentru numărul mare de neuroni din creierul nostru, într-o ipoteză şi mai plauzibilă.[14]

Mi se pare fascinant faptul că, dacă ideile lui Wrangham şi ale lui Herculano-Houzel sunt corecte, atunci *curiozitatea s-ar putea să fi fost esenţială în creşterea rapidă a numărului de neuroni* printr-un mecanism de amplificare tip feedback pozitiv.

Iată cum s-ar putea să se fi derulat acest scenariu. Curiozitatea s-a aflat fără îndoială la baza faptului că membrii speciei *Homo* (probabil *Homo erectus*) au descoperit că focul poate fi util, iar la un moment dat au început să-l folosească în viaţa de zi cu zi. Focul a fost important nu doar pentru gătit; a oferit căldură şi lumină şi le-a permis oamenilor să migreze în regiuni de latitudini mai mari. Cea mai veche dovadă a ceea ce pare să fie folosirea controlată a focului datează de acum 1,6 milioane de ani şi provine din două situri din Kenya, Koobi Fora şi Chesowanja.[15] Oase şi plante arse de acum un milion de ani au fost de asemenea găsite în peştera Wonderwerk de la marginea deşertului Kalahari, în Africa de Sud. Bucăţi de silex şi lemn ars, sugerând că e vorba de o vatră veche de 790 000 de ani, au fost găsite în Israel.[16] Folosirea constantă a focului a apărut probabil ceva mai târziu; urme certe au fost descoperite în peştera Tabun din Israel, datând de acum 350 000 de ani, precum şi la Schöningen, în Germania. În vara lui 2016, arheologii au descoperit dovezi ale consumului de carne gătită în peştera Qesem din Israel, un sit cu o vechime de circa 400 000 de ani. Curiozitatea a jucat pesemne un rol şi în descoperirea faptului că prin

gătit hrana brută devine mai moale, mai uşor de digerat şi mai gustoasă. Forma craniilor din această perioadă arată că muşchii faciali folosiţi la mestecat şi dinţii şi-au redus dimensiunile. Nu e surprinzător, având în vedere că gătitul a făcut pesemne să scadă timpul petrecut cu mestecatul de la aproximativ cinci ore pe zi la numai o oră. Evoluţia a condus de asemenea la un tract gastrointestinal mai redus ca urmare a dietei îmbunătăţite, ceea ce a permis economisirea costisitoarei energii digestive – creierul crescând în detrimentul intestinelor.

Toate aceste modificări le-au permis celor din filiaţia *Homo* să depăşească limitările energetice ale numărului de neuroni, ducând în cele din urmă la dublarea dimensiunii creierului. În acelaşi timp, creşterea enormă a numărului neuronilor din cortexul cerebral (şi creşterea importantă, deşi mai puţin spectaculoasă, a numărului neuronilor din corpul striat) a adus pesemne curiozitatea umană la un nivel la care oamenii au dobândit un avantaj calitativ faţă de celelalte primate. Poate că indivizii *Homo* nu aveau încă *aptitudinea* de a se întreba *cum* şi *de ce*, dar acea *capacitate* începea să se dezvolte. Odată ce au apărut aceste întrebări esenţiale (pesemne în urma iniţierii limbajului uman, după cum voi arăta mai jos), nimic nu i-a mai împiedicat pe oameni să descopere şi să creeze resurse de hrană, să întemeieze comunităţi şi, în cele din urmă, să dea viaţă conceptului de cultură. Toate au sporit exponenţial. Creierul bogat în neuroni, cu nou-dobândita sa curiozitate, a devenit mai mare, mai flexibil şi mai bogat.

Trebuie spus că nu toţi cercetătorii sunt de acord cu ideea că gătitul a jucat un rol dominant în dezvoltarea creierului la *Homo erectus* şi la speciile ulterioare.[17] Neurobiologul John Allman de la Caltech şi paleoantropologul C. Loring Brace de la Universitatea Michigan, de pildă, cred că gătitul a fost important doar în ultima jumătate de milion de ani (ipoteză care poate fi susţinută de dovezile arheologice ale folosirii curente a focului). Pentru paleoantropologul Laslie Aiello de la Fundaţia Wenner-Gren din New York e limpede că mai mulţi factori convergenţi s-au consolidat reciproc într-o buclă de tip feedback: o dietă bogată în carne, scurtarea intestinelor, gătitul şi mersul biped. Ordinea exactă în care au apărut aceste adaptări pentru economisirea energiei nu e încă lămurită. Dar, aşa cum am spus, cred că o modificare *calitativă* în natura curiozităţii a oferit un important ingredient suplimentar.

CÂTEVA „REVOLUŢII ALE CURIOZITĂŢII“

Psihologul evoluţionist Robin Dunbar de la Oxford îşi începe astfel cartea intitulată *Human Evolution*: „Povestea evoluţiei umane ne-a fascinat mai mult decât oricare alta: se pare că avem o curiozitate nesăţioasă în legătură cu cine suntem şi de unde am venit.“[18] Într-adevăr, originile au stimulat dintotdeauna curiozitatea. Ne străduim să înţelegem originea speciei noastre, a Pământului şi a Universului.

Creşterea spectaculoasă a numărului neuronilor l-a înzestrat pe *Homo sapiens* cu noi capacităţi cognitive. În particular, a făcut posibile noi mecanisme pentru procesarea informaţiei, învăţare şi comunicare. În cele din urmă, aparatul nostru mental nou-dobândit a dus la apariţia limbajului uman, probabil cu 200 000 până la 500 000 de ani în urmă.[19] Nu știm dacă limbajul a apărut printr-un îndelungat proces evolutiv de tip darwinist[20] sau o mutaţie bruscă[21] a conferit creierului uman facultatea limbajului, ca într-o tranziţie de fază (aşa cum apa se transformă în gheaţă). Dezbaterea, deşi fascinantă, depăşeşte cu mult cadrul cărţii de faţă. Ca o paranteză amuzantă, merită menţionat că Societatea Lingvistică din Paris a interzis în 1866 cercetările privind originea limbajului pe motiv că problema nu poate fi rezolvată prin metode ştiinţifice riguroase. Interdicţia reflecta faptul că, spre deosebire de, să zicem, utilizarea focului, e practic imposibil să urmăreşti în timp dezvoltarea limbajului pe baza dovezilor arheologice. Găsesc amuzantă această interdicţie din 1866 fiindcă nici în ziua de azi cercetătorii n-au căzut de acord asupra unei teorii despre originea limbajului uman, confirmând pesemne temerile profetice ale Societăţii Lingvistice.

Din perspectiva cărţii de faţă, important este că pare probabil ca între apariţia curiozităţii şi cea a limbajului uman să existe o corelaţie puternică. Dunbar sugerează că scopul iniţial al unui limbaj vocal complex (spre deosebire de simplele sunete) n-a fost altul decât bârfa![22] Ceea ce înseamnă că, în loc să transmită o informaţie rudimentară de genul „Se apropie o haită de lupi“, limbajul a fost folosit în grupuri sociale mai mari pentru relatări descriptive, abordându-se subiecte dincolo de cele existenţiale iminente, dar importante pentru supravieţuire. „Putem să-l folosim [limbajul] pentru a combina orice cu orice“, spunea psihologul Elizabeth Spelke.[23] Deşi nu există un consens privind valabilitatea teoriei lui Dunbar, aceasta implică existența unei

legături intime între curiozitate – o sursă esențială pentru bârfă – şi limbaj. Alte teorii sugerează că limbajul ar fi apărut pentru schimbul diferitelor tipuri de cunoaştere socială (cum ar fi contractele sociale simbolice care să garanteze paternitatea). Şi în aceste teorii curiozitatea e o componentă importantă. Celebrul lingvist Noam Chomsky nu consideră că limbajul este în primul rând un mijloc de comunicare. El susţine că „limbajul a evoluat, şi îşi are rostul, în primul rând ca instrument al gândirii". E interesant de menţionat că în 2016 cercetătorii de la Universitatea California din Berkeley au reuşit să creeze un „atlas al creierului" care arată felul în care semnificațiile diferitelor cuvinte sunt distribuite în diversele regiuni ale acestui organ.[24]

Antropologii Roy Rappaport şi Camilla Power au afirmat că limbajul este doar unul dintre aspectele unui fenomen mult mai vast: cultura umană simbolică. Ei au subliniat că limbajul funcţionează numai dacă există deja o structură a datelor culturale. Conform acestei teorii, apariţia limbajului a însoțit anumite practici rituale. Când au apărut ele? Cea mai veche posibilă dovadă a cutumelor simbolice e folosirea pigmenţilor roşu-ocru în locuri precum peştera Blombos din Africa de Sud.[25] Acest „atelier" de prelucrarea a ocrului are o vechime de circa 100 000 de ani. Coincidenţa temporală între fosilele oamenilor moderni şi artefactele simbolice i-a convins pe unii arheologi (dar nu pe toţi) că anatomia modernă şi comportamentul modern puteau să fi coevoluat.

Din perspectiva noastră, esențial e faptul că miturile, ritualurile şi simbolismul împărtășite social au fost pesemne primele răspunsuri complexe la persistentele întrebări *de ce* şi *cum*, iar astfel au reprezentat roadele curiozităţii. Acelaşi lucru e valabil pentru invocarea metaforelor şi, în esenţă, pentru întregul proces al gândirii abstracte (sau „instrumentul gândirii" al lui Chomsky) care a stat la baza apariţiei tuturor culturilor. Reacţia în lanţ rezultată din feedback-ul pozitiv între curiozitate şi limbaj l-a înzestrat pe *Homo sapiens* cu un intelect puternic având conştiinţă de sine şi viaţă interioară. Capacitatea de a gândi creator, stimulată în mare măsură de curiozitate, împreună cu aptitudinea de a împărtăşi cunoaşterea acumulată şi a schimba informații cu ceilalţi, a dus în cele din urmă la câteva evoluții spectaculoase în istoria omenirii. Una dintre ele a fost aşa-numita Primă Revoluţie Agrară, tranziţia de la vânătoare şi cules la o dietă alcătuită din hrană cultivată produsă de o agricultură stabilă.[26] Această tranziţie

demografică din Neolitic a început cu circa 12 500 de ani în urmă şi a implicat domesticirea unor tipuri de plante şi de animale precum câinii, vacile şi oile. O altă revoluţie, 12 000 de ani mai târziu, a constat în apariţia unei noi perspective asupra ştiinţei: faimoasa Revoluţie Ştiinţifică începută în Europa spre sfârşitul Renaşterii şi continuată până la finele secolului XVIII.[27]

Caracteristică pentru Revoluţia Ştiinţifică a fost trecerea de la cultura dogmatică dominantă în Evul Mediu la cultura curiozităţii, care a adus în prim-plan observaţia empirică şi explorarea. Empirişti precum John Locke şi David Hume au pus accentul pe dovezile concrete, iar enciclopedişti precum Denis Diderot au încercat să adune întreaga cunoaştere în texte coerente. Marile descoperiri observaţionale şi experimentale şi avalanşa de concepte teoretice produse de personalităţi precum Copernic, Galilei, Descartes, Bacon, Newton, Vesalius şi Harvey s-au datorat recunoaşterii faptului că oamenii nu ştiau totul – că microcosmosul şi macrocosmosul trebuiau atent explorate. Întregul progres ştiinţific la care asistăm azi e extinderea directă a acestor idei revoluţionare. Nu întâmplător NASA i-a dat roverului lansat pentru a explora suprafaţa lui Marte numele *Curiosity*.

Simpla enumerare a pionierilor revoluţiei ştiinţifice m-a condus spre următorul pas al modestei mele încercări de a înţelege curiozitatea. Cum nu-i pot intervieva pe acei mari gânditori din trecut, m-am hotărât să discut cu câteva dintre personalităţile recunoscute pentru curiozitatea lor. Întrebările care m-au preocupat în special au fost: Cum descriu şi explică oamenii excepţional de curioşi propria lor curiozitate? Cum îşi aleg obiectul curiozităţii?

OPT
Minţi curioase

„Important e să nu încetezi să te întrebi“, spunea Einstein.[1] „Curiozitatea îşi are propria ei raţiune de a exista. Nu poţi decât să fii cuprins de evlavie când te gândeşti la misterele eternităţii, ale vieţii, ale minunatei structuri a realităţii. Este de-ajuns şi să încerci să înţelegi câte puţin din acest mister în fiecare zi.“ Unii oameni par să fi urmat acest sfat la propriu – curiozitatea lor a fost fără margini. Câţiva dintre ei au devenit mari oameni de ştiinţă, scriitori, ingineri, dascăli sau artişti. Însă cei mai mulţi oameni sunt curioşi, iar adesea nu-i vorba decât de lucruri banale din viaţa lor. În epoca noastră de specializare îngustă, spiritul enciclopedic a devenit o raritate, dar mai există şi oameni cuprinşi de o pasiune arzătoare pentru explorare şi cercetare. Unul dintre cei care se distinge prin curiozitatea sa, chiar şi în rândul marilor oameni de ştiinţă, este fizicianul Freeman Dyson.[2]

Dyson a reuşit să unifice diferite versiuni ale teoriei cuantice a electromagnetismului şi luminii, numită electrodinamica cuantică (*quantum electodynamics*, QED) – apropo, una dintre versiuni a fost creată de Richard Feynman – drept care, după această remarcabilă realizare, Universitatea Cornell l-a numit profesor plin, fără să conteze că nu avea nici măcar doctoratul. QED e importantă, dar nu acoperă nici pe departe întregul spectru al contribuţiilor lui Dyson. În îndelungata sa carieră, a lucrat într-o mulţime de domenii, între care matematica, reactoarele nucleare care produc izotopi pentru spitale, proprietăţile magnetice ale materiei, fizica stării solide, navele spaţiale propulsate de bombe nucleare, astrofizică, biologie şi teologie naturală. De asemenea, a publicat eseuri în *New York Review of Books* şi a scris o poveste ştiinţifico-fantastică la vârsta de nouă ani.

De-a lungul anilor, l-am întâlnit pe Dyson cu diferite prilejuri şi de fiecare dată m-am bucurat să port cu el conversaţii pasionante. În vara lui 2014 am avut în sfârşit ocazia să discutăm despre excepţionala sa curiozitate.[3] La vârsta de nouăzeci de ani, agerimea minţii lui era

intactă.

Am început cu întrebarea firească: „Dintotdeauna ai fost curios?“„În copilărie îmi puneam mereu întrebări“, a spus Dyson, „dar nu simțeam că ar fi fost ceva neobişnuit.“ Era modest, fără îndoială. Din liceu începuse să se gândească la probleme care aveau să-l ducă la contribuţii interesante în teoria numerelor.

„Iar la maturitate te-au preocupat anumite lucruri mai mult decât altele?“ „Mă interesau mai ales problemele la care lucrau prietenii mei“, a răspuns după ce a stat puţin pe gânduri. „Stăteam de vorbă cu mulți oameni şi eram curios să aflu ce făceau. De pildă, am discutat cu Leslie Orgel [un celebru chimist britanic] despre originea vieţii, aşa că m-am apucat să lucrez la asta.“

„Dar exista vreun tipar al curiozităţii tale?“ Din nou a rămas pe gânduri înainte de a răspunde: „Eram fără îndoială mai interesat de detalii decât de imaginea de ansamblu – mai curând de animale decât de zoologie. În domeniul tău, de pildă [astronomie şi astrofizică], am lucrat mai mult în astronomie [studiul obiectelor astrofizice], decât în cosmologie [studiul universului ca întreg].“

„Şi cum ai hotărât când să treci la un alt subiect şi să începi o nouă explorare?“ Dyson a râs. „Atenția mea rămâne trează un timp foarte scurt. De regulă, renunț după două sau trei săptămâni. Fie rezolv problema, fie o las baltă.“

La fel ca Leonardo, mi-am zis. De parcă mi-ar fi citit gândurile, Dyson a adăugat: „Întotdeauna am crezut că a fi om de ştiinţă îţi dă «permisul» să lucrezi la *orice* problemă ştiinţifică. Trebuie să vrei să renunţi la preocupările «normale» pentru a cerceta altceva.“

La fel şi ca Feynman, mi-am zis. În cele din urmă l-am întrebat pe Dyson dacă a observat vreo corelaţie clară între curiozitate şi alte trăsături de personalitate. Mi-a răspuns că nu a remarcat nici una. Bănuiesc că unii dintre colegii lui n-ar fi de acord, cel puţin când e vorba de Dyson însuşi. Neurologul Oliver Sacks (care din păcate a decedat în timp ce scriam această carte) spunea că Dyson e „subversiv“ în creativitatea sa ştiinţifică: „Simte că e foarte important nu doar să nu fii conformist, dar şi să fii subversiv, iar asta a făcut toată viaţa.“ În antologia sa de eseuri din 2006 *The Scientist as Rebel*, Dyson însuşi scria: „Trebuie să încercăm să le prezentăm azi copiilor ştiinţa ca pe o revoltă împotriva sărăciei, urâţeniei, militarismului şi nedreptăţii

economice.“[4]

*

A doua persoană extraordinar de curioasă cu care am stat de vorbă a fost astronautul Story Musgrave.[5] L-am întâlnit prima oară în 1993, când o echipă de astronauţi se pregătea pentru misiunea de reparare a Telescopului Spaţial Hubble. Pe atunci eram unul dintre astrofizicienii care lucrau la Hubble.

După cum poate vă amintiţi, la scurt timp după lansarea telescopului, NASA a descoperit că oglinda principală a lui Hubble fusese perfect şlefuită, dar conform unor specificaţii greşite – defect numit „aberaţie de sfericitate“. Marginea exterioară a oglinzii era prea plată. Nu cu mult – cam cu a cincizecea parte din grosimea unui fir de păr –, dar suficient pentru ca imaginile să fie neclare. Comunitatea astronomică era în stare de şoc, iar mediile de informare s-au amuzat să observe că Hubble rimează cu *trouble* [necaz]. Oamenii de ştiinţă şi inginerii au lucrat zi şi noapte pentru a concepe un plan care să readucă telescopul la parametrii doriţi. În cele din urmă, au găsit o metodă ambiţioasă de a corecta imaginile neclare.

A fost sarcina unei echipe de şapte astronauţi să ajungă la telescop şi, în decursul a cinci ieşiri în spaţiu, să-i instaleze lui Hubble „ochelarii“ – un dispozitiv optic de corectare şi o nouă cameră. Story Musgrave a efectuat trei dintre cele cinci ieşiri în spaţiu. Pentru cei mai mulţi oameni ar fi fost de-ajuns ca să le satisfacă dorinţa de a explora, dar nu şi pentru Musgrave. El a obţinut o diplomă de licenţă în matematică şi statistică, o diplomă MBA în analiza operaţiunilor şi programare, o diplomă în chimie, una în medicină (a lucrat cu jumătate de normă ca medic la camera de gardă a unui spital), a urmat un masterat în fiziologie/biofizică şi unul de literatură. În plus, e pilot de avion, îl interesează fotografia şi designul industrial şi are şapte copii.

Am vorbit din nou cu Musgrave în august 2014, şi i-am pus întrebarea previzibilă: „De ce ai studiat pentru toate diplomele astea?“[6] Musgrave n-a ezitat: „Curiozitatea mea ţine de nelinişte, nu sunt pe deplin mulţumit de felul în care stau lucrurile. Aşa că am simţit mereu nevoia să fac ceva. Am avut mereu această energie de a explora mai departe.“

„Bine, dar cum ţi-ai ales domeniile?“ „Un lucru conduce în mod firesc la altul. Am început cu instrumentele matematice şi statistice ca să pot prezice pentru ce valori ale variabilelor aş obţine rezultatul dorit, când am de-a face cu sisteme complexe.“ S-a oprit pentru o clipă. „Era perioada de început a calculatoarelor, aşa că de la matematică am ajuns uşor la programare şi analiza operaţiunilor. Văzând cum funcţionează calculatoarele, am fost curios să aflu cum funcţionează creierul. Aşa că am studiat chimia, biofizica şi medicina. Odată ce am dobândit unele cunoştinţe despre corpul uman şi limitele sale, mi s-a deschis calea către programul spaţial.“

A trebuit să recunosc că, prezentat astfel, totul părea logic. Dar cei mai mulţi dintre noi nu ne urmăm preocupările cu atâta energie şi perseverenţă. „Toate domeniile pe care le-am studiat erau legate între ele sau înrudite“, a continuat Musgrave. Iar după o scurtă pauză a adăugat: „Fiecare copil de doi-trei ani e curios. Întrebarea e ce se întâmplă după aceea. S-ar părea că în multe cazuri adolescenţa distruge curiozitatea.“

Am auzit asta de la multă lume. Cercetările actuale din psihologie mă fac totuşi să cred că numai aspectele perceptive (poate şi cele difuze) ale curiozităţii (în special căutarea noutăţii) intră în declin odată cu maturizarea. Curiozitatea specifică şi cea epistemică – setea de cunoaştere – par să rămână aproximativ constante în cursul celei mai mari părţi a vieţii adulte.

*

Chiar înainte de conversaţia mea cu Musgrave am avut un scurt schimb de mesaje cu un celebru spirit enciclopedic, Noam Chomsky.[7] Chomsky e un lingvist, cognitivist, filozof, comentator politic şi activist care a scris peste o sută de cărţi.[8] Este unul dintre cei mai citaţi savanţi ai secolului XX, iar opera sa a exercitat o puternică influenţă într-un spectru larg de domenii: de la lingvistică, psihologie şi inteligenţă artificială la logică, ştiinţe politice şi teorie muzicală.

„Interesant subiect“, mi-a scris Chomsky când i-am spus că lucram la o carte despre curiozitate.[9] Am vrut să ştiu ce tipuri de întrebări îi stârnesc curiozitatea, iar el mi-a răspuns cu umor: „Păi, de pildă, sunt curios să aflu de ce vă interesează curiozitatea.“

Nu am renunțat, şi i-am trimis alt e-mail: „Ce anume v-a atras la subiectele care vă preocupă?“ Mi-a dat un răspuns pe care-l găsesc fascinant: „Recunoaşterea faptului că limbajul e capacitatea cea mai specific umană şi miezul naturii noastre mentale, şi că fiecare aspect al său conţine un mare mister.“ A trebuit să fiu de acord. Până şi succinta prezentare a evoluţiei/revoluţiei limbajului din capitolul 7 subliniază rolul indispensabil al limbajului în apariţia omului modern ca specie înzestrată cu aptitudini unice.

Citind rândurile lui Chomsky, m-am gândit şi că, dacă aş înlocui cuvântul *limbaj* cu sintagma *capacitatea de a te întreba „de ce?“*, ar fi o descriere perfectă a motivului pentru care mă preocupă curiozitatea.

Vă amintiţi, poate, că în experimentele de neuroimagistică, atunci când subiecţilor li se dădeau răspunsurile corecte la întrebările de cultură generală, girusul lor frontal inferior (GFI) se activa. Ei bine, printre alte componente, la oameni GFI conţine şi aria Broca, o regiune importantă pentru procesarea şi înţelegerea limbajului. De asemenea, Stanislas Dehaene şi colegii săi au sugerat că GFI e zona din creier care permite oamenilor să analizeze informaţia abstractă.[10] Limbajul, curiozitatea epistemică şi procesarea noţiunilor abstracte sunt fără îndoială esenţa a ceea ce Chomsky numeşte „miezul naturii noastre mentale“.

*

Următoarea persoană curioasă cu care am stat de vorbă avea o carieră neobişnuită. Chiar dacă în liceu Fabiola Gianotti s-a concentrat mai ales asupra literaturii şi muzicii[11], iar prima diplomă obţinută a fost cea de pianistă, a ajuns să conducă o echipă de 3 000 de fizicieni care în 2012 au descoperit „particula lui Dumnezeu“[12] – bosonul Higgs. Pe 1 ianuarie 2016 a devenit directorul general al Organizaţiei Europene pentru Cercetare Nucleară (CERN) care exploatează Large Hadron Collider (LHC), cel mai mare accelerator de particule din lume, lângă Geneva, în Elveţia.

„De ce te-ai hotărât să treci de la studii umaniste la fizică?“ am întrebat-o pe Gianotti. „Am fost mereu un copil curios“, mi-a răspuns, „aveam mereu multe întrebări. La un moment dat am hotărât că fizica îmi va permite să încerc să *răspund* la unele întrebări.“

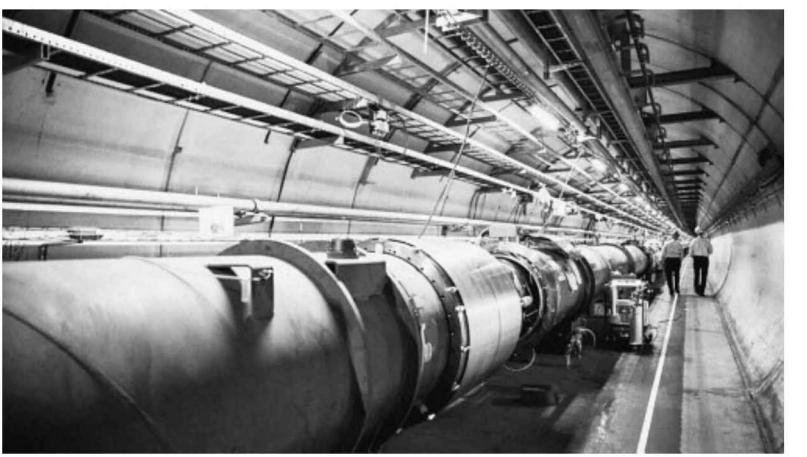
„Trebuie să fi fost greu, neavând pregătirea necesară.“ „Într-adevăr“, a recunoscut ea. „La universitate a trebuit întâi să mă adaptez, trecând de la o educaţie umanistă la capacitatea de a înţelege şi aborda problemele pe care le pune fizica.“

„Dar ţi-ai păstrat dragostea pentru muzică?“ „Absolut. Muzica e esenţială pentru mine; ascult muzică tot timpul. Am acum mai puţin timp să cânt la pian, şi totuşi o fac uneori.“

„Ai şi alte pasiuni în afară de fizică şi muzică?“ A râs. „Gătitul! Găsesc multe asemănări între fizică şi muzică, şi fizică şi gătit. În primul rând, eleganţa este o temă comună a teoriilor din fizică, muzicii şi baletului, la care visam când eram mică.“

„Absolut de acord“, am spus. „Apoi, deopotrivă în gătit și fizică“, a continuat Gianotti, „ai nevoie de reguli sau legi, dar şi de creativitate.“ Din păcate, nu am avut ce comenta, fiindcă n-am prea gătit. Mi-am adus totuși aminte că gătitul a jucat pesemne un rol important în creșterea numărului de neuroni din cortexul cerebral.

A mai fost o întrebare pe care voiam să i-o pun, fiindcă se lega de natura riscantă a curiozităţii ca forță motrice a cercetării fundamentale. Descoperirea particulei Higgs a fost un imens succes pentru Gianotti şi echipa ei; căutarea acestei particule a durat vreo patru decenii. Există însă posibilitatea ca la LHC (figura 22) să nu se mai descopere nici o altă particulă. Dat fiind costul de multe miliarde de dolari al instalației, asta i-ar putea crea noului director general mari probleme în relaţiile cu publicul. „Ce se întâmplă dacă nu mai găsiţi nimic?“ am întrebat-o.



„În cercetarea fundamentală există surprize“, a răspuns. „Uneori găseşti ceva, alteori nu. Asta face parte din joc.“ Apoi a adăugat: „Rezultatele negative sunt şi ele importante pentru că te ajută să elimini unele teorii şi să impui constrângeri asupra altora.“ „Ar fi totuşi dezamăgitor“, am remarcat cu prudenţă.

Mi-a dat dreptate. „Ne va mai rămâne încă să combinăm toate abordările posibile legate de acceleratoare, de căutarea experimentală a particulelor care alcătuiesc materia întunecată [materie care nu emite lumină şi a cărei existenţă e dedusă din observaţiile astronomice care detectează influenţa ei gravitaţională] şi de astrofizică.“ E interesant că, la trei luni după discuția mea cu Gianotti, două experimente de la LHC au oferit indicii pentru posibila existenţă a unei noi particule, de vreo 800 de ori mai grea decât protonul. Din păcate, după ce s-au acumulat datele, în vara lui 2016, s-au dovedit că acele indicii nu erau decât un fals efect statistic.

Am ezitat să aduc în discuţie un alt subiect controversat – *multiversul*. Valoarea relativ scăzută a masei bosonului Higgs și posibilitatea ca la LHC să nu mai fie descoperită vreo nouă particulă au întărit ideea speculativă după care universul nostru nu este decât un membru dintr-un ansamblu uriaş de universuri. Conform acestui scenariu, n-ar trebui să ne surprindă nici o valoare a masei bosonului Higgs, fiindcă în multivers chiar şi valorile considerate anterior improbabile pot fi prezente în unii membri ai ansamblului. „Ce părere ai de ideea multiversului?“ am întrebat după o scurtă ezitare. „Psihologic, simt că a te baza pe multivers ca explicaţie e un fel de renunţare“, a răspuns Gianotti. „Ca fizician experimentator, aş vrea să continui să explorez toate posibilităţile.“

M-am gândit că experimentele psihologice ale lui Jacqueline Gottlieb (prezentate în capitolul 5) au demonstrat că aceasta e atitudinea majorității oamenilor curioși – să exploreze toate posibilităţile. „Eşti la fel de curioasă ca atunci când erai copil?“ m-am simțit îndemnat să întreb. Gianotti n-a ezitat: „Sunt chiar mai curioasă. Mă las condusă de curiozitate şi de bucuria de a învăţa. Nimic nu-mi face mai mare plăcere decât să înţeleg ceva ce nu înţelesesem înainte.“ Erau aproape exact

cuvinte folosite de Gottlieb: „Cea mai mare bucurie a mea e să aflu ceva nou.“

„Vezi vreo altă trăsătură comună a oamenilor foarte curioşi?“ „Da“, a răspuns ea, „capacitatea de a gândi dincolo de ceea ce e cunoscut, dincolo de ceea ce e acceptat, dincolo de ceea ce e considerat fapt bine stabilit.“ „Crezi că asta se aplică şi artiştilor?“ „Absolut. Artiştii curioşi explorează noi căi. Văd realitatea cu alţi ochi. Şi merg dincolo de ceea ce vedem noi în mod superficial.“

„Care sunt artiştii care-ţi plac cel mai mult?“ „În muzică, preferatul meu e Schubert, pentru că îl consider cel mai romantic dintre compozitorii perioadei clasice, şi cel mai clasic dintre compozitorii perioadei romantice. În artele vizuale îmi plac mai ales artiştii Renaşterii italiene.“

Știam că fratele lui Gianotti, Claudio, spusese odată că Fabiola „n-a lăsat niciodată un lucru făcut pe jumătate“, așa că am remarcat mai în glumă, mai în serios: „Deşi eşti extraordinar de curioasă, la fel ca Leonardo, îţi place să-ţi duci proiectele la bun sfârşit.“ A râs. „Nici nu-mi trece prin minte să mă compar cu Leonardo. Într-adevăr, nu-mi place să las lucrurile neterminate. Chiar şi dacă citesc o carte nu prea interesantă, tot o termin.“

*

Pe următoarea persoană cu care am vorbit o cunoşteam şi am admirat-o de-a lungul întregii mele cariere, încă de când eram student. Martin Rees[13] e un celebru cosmolog şi astrofizician, care a primit (între alte distincții) Premiul Crafoord pentru Astronomie. În 1995 a primit titlul de „Astronomer Royal“ al Regatului Unit, în perioada 2004–2012 a fost rector al Trinity College de la Cambridge, între 2005 şi 2010 a fost preşedintele Societăţii Regale, iar din 2005 a devenit Baron de Ludlow. Este unul dintre foarte puţinii astrofizicieni care cunosc cam tot ce e de cunoscut în astrofizică şi cosmologie.

Pe lângă numeroasele sale realizări în astrofizică, Rees a scris şi a vorbit mult despre provocările şi riscurile cu care se confruntă omenirea în secolul XXI, şi despre aspectele sociale, etice şi politice ale ştiinţei.[14] Este cofondator al Centrului pentru Studiul Riscului Existenţial, un institut de cercetare al Universităţii Cambridge care studiază posibilele

ameninţări (majoritatea tehnologice) la adresa existenţei omenirii.

Am început conversaţia noastră cu întrebarea standard: „Aţi fost foarte curios în copilărie?“ Rees a rămas pe gânduri câteva clipe. „Nu sunt sigur“, a spus. „Ţin minte că eram intrigat de diverse fenomene. De pildă, obişnuiam să mergem în vacanţă în nordul Ţării Galilor şi mă interesau mareele. Încercam să înţeleg de ce se petrec la momente diferite în diferite locuri.“ După o scurtă pauză şi-a adus aminte de un alt fapt care l-a uimit: „De ce frunzele de ceai se adună la fund, în centrul ceştii atunci când amesteci ceaiul.“ (Fenomenul e numit uneori „paradoxul frunzelor de ceai“.) Cum acest interviu era în acelaşi timp o discuţie liberă între colegi, ultimul lui comentariu a fost urmat de un scurt schimb de idei despre hidrodinamică, straturile Ekman şi alte noţiuni de fizică. Rees s-a întors în fine la întrebarea iniţială: „Am fost atras şi de numere.“

„Când şi de ce v-aţi hotărât să vă ocupaţi de astrofizică?“ l-am întrebat. „N-am luat hotărârea de la început“, a spus Rees. „În ultimii doi ani de liceu m-am specializat în matematică şi fizică. Mai ales pentru că nu eram prea bun la limbile străine“, a adăugat el râzând. „Am studiat matematica la Cambridge, dar mi-am dat seamă că nu eram făcut să fiu matematician. M-am gândit să mă ocup de ştiinţele economice, aşa că am studiat ceva statistică, dar în anul patru am urmat cursuri de fizică teoretică, iar atunci m-am hotărât să mă îndrept către fizică. M-a ajutat faptul că am fost consiliat de profesorul Dennis Sciama, un excelent îndrumător care fusese şi mentorul lui Stephen Hawking. Entuziasmul pe care mi l-a transmis m-a cucerit, iar după un an am ştiut că mă voi ocupa de astrofizică.“

Am fost perfect de acord cu opinia lui Rees despre Sciama, pe care am avut onoarea să-l cunosc personal. Pasiunea lui Sciama pentru cercetare era contagioasă, avea cunoştinţe vaste şi o formidabilă capacitate de a intui ce-ţi poate trezi curiozitatea în cosmologie şi astrofizică. Am înţeles alegerea lui Rees, pentru că am observat adesea că studenţi strălucitori îşi aleg subiectele de cercetare influenţaţi mai curând de calitatea profesorilor decât de caracteristici intrinsece ale subiectelor.

„În ultimii ani vă preocupă tot mai mult modificările climei şi alte ameninţări existenţiale. Ce a generat aceste noi preocupări?“ l-am întrebat. Rees a răspuns imediat: „Vreme îndelungată m-a interesat

politica şi i-am admirat pe cei cu conştiinţă socială, aşa că problemele sociale mi-au atras curiozitatea. În cartea mea *Our Final Hour* am vorbit despre ceea ce eu consider a fi riscuri, şi cred că ele sunt acum general acceptate drept riscuri. De asemenea, când am ajuns la vârsta de şaizeci de ani am încercat să hotărăsc ce voi face în următorul deceniu, ca să nu sfârşesc prin a nu face nimic.“ A râs. „S-a întâmplat să fiu ales în câteva funcţii importante [se referea la preşedinţia Societăţii Regale şi la înnobilare] care mi-au dat prilejul să mă implic mai mult decât plănuisem iniţial.“

„Spre deosebire de unii dintre colegii dumneavoastră“, am spus îndreptându-mă către alte preocupări ale lui Rees, „manifestați mai multă curiozitate și toleranţă faţă de teologie şi religie. Spuneți-mi pe scurt cum priviți aceste subiecte.“ „M-au preocupat dintotdeauna filozofia şi toleranţa faţă de religie. Nu sunt un om religios, dar respect obiceiurile culturale, istorice şi religioase cum ar fi mersul la biserică duminica, la creştini, sau aprinderea lumânărilor de Sabat, la evrei, şi aș vrea să fie păstrate. Apoi, cred că religia instituționalizată poate ajuta în lupta împotriva fundamentalismului.“

Am revenit la întrebările despre curiozitate: „Din experienţa dumneavoastră, credeți că unii oameni sunt mai curioşi decât alţii, sau pur și simplu pe oameni diferiți îi interesează lucruri diferite?“ Rees a reflectat câteva clipe. „Există fără îndoială diverse niveluri de curiozitate, dar nu-i mai puţin adevărat că pe oameni diferiţi îi interesează lucruri diferite. De pildă, adesea pe copiii mici îi interesează dinozaurii şi cosmosul, așa încât ideea ar fi să începem cu aceste subiecte, în loc să le forțăm interesul pentru altceva.“ M-am gândit că era un sfat excelent – să urmăm şi să încurajăm curiozitatea deja existentă (cel puţin pentru început) în loc să impunem subiecte neatrăgătoare.

Știam că Rees aparţine unui grup de futurologi care vorbesc despre posibilitatea ca într-un viitor nu prea îndepărtat inteligenţa artificială să devină specia dominantă, și mi-am zis că trebuie să abordez acest subiect. „Credeți că maşinile «inteligente» vor fi curioase? În fond, s-ar putea ca ele să nu resimtă aceleași tipuri de presiuni ale selecţiei naturale prin care a trebuit să evolueze viaţa biologică.“ „Întrebarea-cheie este dacă vor avea conştiinţă, dacă vor fi conștiente de sine, ca noi, sau dacă vor fi un fel de «zombi» [termen folosit pentru maşinile

indiscernabile de oameni, dar cărora le lipseşte experienţa conştiinţei]. Dacă conştiinţa e o proprietate emergentă a sistemelor complexe, atunci s-ar putea s-o aibă la un nivel mai profund decât noi.“

„Într-adevăr“, am zis, „dar vor fi curioase?“ „Cred că asta depinde de cât de cuprinzătoare e definiţia curiozităţii“, a răspuns Rees după un moment de reflecţie. „Dacă un matematician care e relativ puţin preocupat de lumea exterioară matematicii poate fi considerat curios, atunci cu siguranţă şi maşinile pot fi curioase.“

Răspunsul mi s-a părut perfect logic. Am încheiat cu întrebarea mea obişnuită: „Aţi observat alte trăsături pe care le au în comun oamenii foarte curioşi?“ „Nu sunt sigur“, a răspuns Rees. Dar apoi a adăugat: „Ei sunt de obicei mai energici intelectual decât ceilalţi. Mulţi dintre ei păstrează zburdălnicia intelectuală a copiilor – rămân entuziaşti.“

O formulare interesantă. Poate că oamenii extrem de curioşi îşi pot păstra mai mult timp curiozitatea perceptivă – capacitatea de a fi în mod constant surprinşi –, pe când la ceilalţi această calitate se atrofiază cu vârsta.

*

Dacă vi s-a părut neobişnuită cariera lui Gianotti, aşteptaţi să aflaţi despre cea a următoarei persoane cu care am stat de vorbă. Brian May[15] a fost celebrul chitarist al formaţiei Queen, compozitorul unor megahituri precum „We Will Rock You“, „I Want It All“, „Who Wants to Live Forever“ şi „The Show Must Go On“. Nu ştiu dacă vă vine să credeţi, dar are un doctorat în astrofizică la Imperial College din Londra; a fost rectorul Universităţii John Moores din Liverpool între 2008 şi 2013; este colaborator ştiinţific al misiunii NASA New Horizons, având drept ţintă planeta Pluto; colecţionează stereofotografii victoriene, o tehnică prin care două imagini plate sunt contopite pentru a produce o imagine 3D; şi este un activist pasionat în domeniul protecţiei animalelor. Nu-i de mirare că am vrut să stau de vorbă cu el – foarte puţini oameni de azi au o gamă atât de largă de preocupări.

Ştiam că la şaisprezece ani May şi-a proiectat şi construit faimoasa chitară „Red Special“ cu ajutorul tatălui său. Au folosit lemnul dintr-o poliţă de deasupra unui şemineu vechi de o sută de ani pentru a construi gâtul chitarei. „De ce te-ai hotărât să construieşti o chitară, în loc să

cumperi una?“ a fost prima mea întrebare. May a râs. „Răspunsul simplu e că nu aveam banii. Asta se întâmpla pe vremea când s-a născut rock-and-roll-ul, iar preţurile chitarelor americane, chiar şi ale celor englezeşti, depăşeau cu mult posibilităţile mele. În plus, construirea unei chitare era o provocare. Tata se pricepea la electronică, ştia să lucreze în lemn şi metal, aşa că am muncit cu plăcere şi ne-am spus că putem construi ceva mai bun decât exista.“

Am continuat cu o întrebare al cărei răspuns eram foarte curios să-l aflu: „De ce ai devenit muzician după ce ţi-ai luat diploma în fizică?“ May n-a ezitat: „A fost o chemare. Îmi plăceau fizica şi astronomia, iar faptul că le-am studiat i-a mulţumit pe părinţii mei, dar chemarea muzicii a fost atât de puternică, încât nu i-am putut rezista. Dacă nu-i răspundeam, mă temeam că nu va mai reveni niciodată.“

„Atunci de ce te-ai hotărât să te întorci la studiile tale doctorale în astrofizică, după decenii de muzică?“ May s-a reînscris la doctorat după o întrerupere de 33 de ani! „Am avut mare noroc“ a spus May. „Deşi îmi păstrasem interesul pentru astronomie, Sir Patrick Moore [un cunoscut popularizator al ştiinţei şi astronom amator englez], «tatăl» multor astronomi din generaţia mea, a fost cel care m-a întrebat dacă nu vreau să revin la astronomie. Credeam că va fi imposibil, dar am vorbit despre asta într-un interviu, şi imediat m-a sunat Michael Rowan-Robinson, conducătorul grupului de astrofizică de la Imperial College. Mi-a spus că, dacă sunt serios, îmi va fi îndrumător.“ May a râs din nou. „Când eşti celebru, ţi se deschid uşile. N-a fost uşor. Trebuie să reenergizezi acele părţi ale creierului pe care nu le-ai mai folosit multă vreme. Rowan-Robinson a fost foarte dur cu mine, lucru important, pentru că toată povestea stârnise interesul public.“

M-am gândit că energizarea unor părţi din creier pe care nu le foloseşti în mod curent ţine de curiozitate, ceea ce m-a condus la următoarea întrebare. „Vezi vreo legătură între preocuparea ta pentru muzică şi cea pentru astrofizică? Sau ele trăiesc în lumi complet separate?“ May n-a ezitat: „Cred că aptitudinile mele în fiecare din cele două domenii au fost sporite de deschiderea faţă de celălalt domeniu. Nu cred că ştiinţa şi arta trebuie separate. Ele sunt legate într-un mod misterios. De pildă, cunosc mulţi oameni de ştiinţă precum Matt Taylor, «şeful» misiunii Rosetta [sonda spaţială lansată de Agenţia Spaţială Europeană pentru a studia Cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko],

care sunt foarte interesați de muzică.“

„De ce ai acceptat să devii rectorul Universităţii John Moores din Liverpool?“ May a râs. „Pentru că eram curios. Habar n-aveam ce presupunea asta, și am vrut să aflu. Mă întrebam și dacă, devenind rector, te schimbi. Răspunsul e nu! Nu m-a schimbat.“ A râs din nou.

„Dar cum ți s-a trezit interesul pentru stereofotografia victoriană?“[16] „E o pasiune pe care am avut-o din copilărie, nu m-a părăsit niciodată. E ca o magie.“

„Şi preocuparea ta pentru «Diableries» [o serie de fotografii stereoscopice care ar ilustra viaţa de zi cu zi în iad]?“ „Sunt opere de artă foarte minuțioase“, a răspuns May. „Există atâta mister şi imaginaţie în fiecare lucrare! Chiar şi cu tehnologia de azi e foarte greu să le reproduci. Am creat împreună cu Claudia Manzoni o reprezentare stereoscopică a cometei 67P/Churyumov-Gerasimenko din imaginile captate de misiunea Rosetta, şi una 3D a lui Pluto din imaginile luate de New Horizons.“

„Și alte lucruri care te fac curios sau te pasionează?“ am întrebat. May mi-a răspuns prompt: „Două lucruri. În primul rând animalele: cruzimea cu care tratăm animalele e oribilă. Vreau să lupt pentru dreptul lor de a avea o viaţă decentă şi o moarte decentă.“ S-a oprit o clipă, apoi a continuat: „Al doilea lucru care îmi trezește o curiozitate infinită sunt relaţiile umane, şi mai ales dragostea. Iubirea e unul dintre lucrurile cele mai puternice din viaţa noastră. Ne motivează, iar în Antichitate pare să fi clădit sau distrus imperii întregi. Dar ştiinţa ne spune foarte puţin despre iubire. Marii scriitori s-au apropiat cel mai mult de descrierea ei.“

Am fost perfect de acord cu ultima lui afirmaţie, însă m-am gândit că ceva asemănător se poate spune şi despre curiozitate. Ultima mea întrebare s-a legat de o poveste amuzantă: „Astrofizicianul Martin Rees ţi-a spus odată că nu cunoaşte nici un om de ştiinţă care să semene aşa bine cu Isaac Newton [mai ales din cauza părului şi, poate, a nasului]. Te-ai gândit la asta?“ May a râs. „Nu. Când a spus-o, m-a deranjat. «Numai despre asta vrea să discute cu mine?» m-am gândit. Dar am avut apoi o conversaţie minunată despre astrofizică.“

La urmă, l-am întrebat dacă are vreo întrebare pentru mine. „Suntem oare singuri?“ a zis. I-am vorbit despre ultimele cercetări privind viaţa extrasolară.[17] I-am spus şi că sperăm ca în două-trei decenii să găsim

biosemnături – anomalii de compoziţie create de viaţă – în atmosfera planetelor care se rotesc în jurul altor stele, sau să putem măcar stabili anumite constrângeri asupra probabilităţii existenţei vieţii extrasolare. Pentru mine, important a fost că May îşi păstra intactă curiozitatea pentru cercetările de vârf din astronomie.

AUTODIDACŢII

Deşi având un spectru larg de preocupări, fiecare dintre cei şase intervievaţi de până acum – Freeman Dyson, Noam Chomsky, Story Musgrave, Fabiola Gianotti, Martin Rees, şi Brian May – este cel mai bine cunoscut pentru contribuţiile sale în domeniul în care şi-a făcut studiile sau s-a format. Dyson e cunoscut în primul rând pentru realizările din fizica fundamentală, Chomsky pentru ideile sale din lingvistică, Musgrave pentru că a fost astronaut, Gianotti pentru descoperirea particulei Higgs, Rees pentru numeroase contribuţii la astrofizică şi cosmologie, May pentru virtuozitatea sa muzicală. Următoarea persoană intervievată e în primul rând cunoscută pentru creierul ei.

Inteligenţa are multe înţelesuri; e greu s-o defineşti, şi încă mai greu s-o măsori.[18] Totuşi, din 1986 până în 1989 Marilyn vos Savant[19] a fost trecută în *Guiness Book of World Records* drept posesoarea celui mai mare IQ din lume, 228! Deşi valorile numerice precise ale scorurilor la testele de inteligenţă Stanford-Binet şi Mega sunt discutabile, iar scorurile lui vos Savant au fost puse sub semnul întrebării, nimeni nu s-a îndoit de fantastica ei inteligenţă. Este uimitor că vos Savant n-a absolvit facultatea, studiind filozofia numai doi ani la Universitatea Washington din St. Louis. Dar când *Parade Magazine* i-a creionat un profil, împreună cu răspunsurile ei la întrebările cititorilor, reacţia a fost copleşitoare, iar revista i-a oferit un job permanent. În rubrica ei săptămânală „Ask Marilyn“, vos Savant răspunde la întrebări erudite şi prezintă şi dezleagă diferite probleme de logică. Ţinând cont de formarea ei intelectuală neobişnuită, m-am gândit că ar fi interesant să compar percepţia lui vos Savant asupra propriei sale curiozităţi cu cea a celorlalţi intervievaţi. Am avut în vedere trei întrebări principale, şi am început cu cea mai importantă: „De-a lungul anilor, ce subiecte ţi-au

trezit cel mai mult curiozitatea? Şi de ce?“

Cunoscând temele abordate frecvent în rubrica ei, mă aşteptam la un răspuns legat de teoria probabilităţilor sau logica matematică, dar vos Savant m-a surprins: „De multă vreme mă preocupă mintea umană, natura conştiinţei, amploarea şi profunzimea cogniţiei şi misterul infinitului. Pisica mea nu ştie că nu poate înţelege algebra. Ce anume nu ştim că nu putem înţelege, dar ar putea fi uşor înţeles de o minte superioară intelectual?“

Răspunsul era foarte interesant din două motive. Mai întâi, în mod neaşteptat, vos Savant se referea la o variantă uşor diferită a faimoasei probleme a „necunoscutelor necunoscute“ – acele lucruri despre care nu ştim că nu le putem înţelege. Apoi, trimiterea la o „minte superioară intelectual“ atingea un subiect care îmi stârneşte o curiozitate aprinsă: există oare alte civilizaţii inteligente în Calea Lactee, iar dacă există, care ar putea fi natura lor? Pe de o parte, din moment ce vârsta sistemului solar (4,5 miliarde de ani) e mai mică decât jumătate din vârsta galaxiei, o altă civilizaţie, dacă există, ar putea fi mai avansată decât a noastră cu peste un miliard de ani. Pe de altă parte, din moment ce nu avem încă vreo explicaţie convingătoare pentru „paradoxul lui Fermi“ – surprinzătoarea absenţă a dovezilor privind asemenea civilizaţii –, s-ar putea să existe unele gâtuituri evolutive care fac extrem de dificilă trecerea la inteligenţă.

A doua întrebare pe care i-am pus-o lui vos Savant se referea la evoluţia curiozităţii ei: „Ai fost dintotdeauna curioasă? Ai observat modificări ale curiozităţii tale de-a lungul anilor (la maturitate)?“ Răspunsul ei a fost candid:

> Când eram tânără, eram curioasă în legătură cu obiecte apropiate şi îndepărtate – de la broaşte la planeta pitică Pluto. Genul acesta de curiozitate a dispărut practic, poate fiindcă urmărirea acelor preocupări necesita un intelect care să poată privi prin microscoape sau telescoape, ceea ce am aflat că presupunea munca în organizaţii ştiinţifice mari (adică finanţare). Puteam îndeplini prima condiţie, dar personalitatea mea nu e potrivită pentru a doua!
>
> Oricum, mă interesează acum mult mai mult omenirea, mai ales felul în care numeroase aspecte ale vieţilor noastre se îmbunătăţesc, iar în acelaşi timp mari civilizaţii par să fie în diferite stadii de

involuţie. Fascinant! Ce ne va aduce viitorul?

Răspunsul era pesemne reprezentativ pentru o tendinţă comună asociată cu acumularea experienţei de viaţă. Se pare că de-a lungul anilor mulţi oameni evoluează de la preocuparea pentru o diversitate de „obiecte“ la curiozitatea legată de întrebări filozofice mai cuprinzătoare. Din nou, asta ar putea reflecta trecerea de la curiozitatea primară perceptivă sau difuză la un stadiu dominat de curiozitatea epistemică. Romanciera Marcia Davenport scria cândva cu umor: „Toţi marii poeţi au murit tineri. Ficţiunea e arta vârstei mijlocii. Iar eseurile sunt arta vârstei înaintate.“

A treia mea întrebare pentru vos Savant a fost cea pe care am pus-o şi altor intervievaţi: „Ai observat vreo altă trăsătură pe care o au în comun oamenii excepţional de curioşi?“ Răspunsul ei a fost o variaţiune interesantă pe tema subliniată de Gianotti: „Am remarcat o capacitate de a ignora ceea ce e evident – poate fiindcă nu e atât de interesant – şi atenţia acordată unor aspecte aparent insignifiante. Uneori aceste laturi mai puţin evidente sunt fundături, dar alteori importanţa lor explodează când sunt abordate de omul potrivit.“

Reflectând la acest răspuns pătrunzător şi la cel al lui Gianotti, mi-am dat seama că deasupra lor stătea scris *Feynman.* Cum să descrii altfel fascinaţia lui pentru fenomene care la prima vedere par banale? În observaţiile lui vos Savant am sesizat ecouri ale interesului declarat al lui Dyson mai curând pentru „detalii“ decât pentru „imaginea de ansamblu“. Mai important însă, vos Savant a surprins aici un aspect esenţial al curiozităţii: să nu te intereseze ce e *evident,* preferând obscurul sau misteriosul. „A se face inteligibilă e sinucidere pentru filozofie“, spunea Martin Heidegger.[20]

*

Nici următoarea persoană cu care am vorbit, John „Jack“ Horner[21], n-a terminat facultatea, ceea ce nu l-a împiedicat să devină unul dintre cei mai cunoscuţi paleontologi, cercetător finanţat de Fundaţia MacArthur, consultant ştiinţific la toate filmele din seria *Jurassic Park* şi descoperitor al faptului că anumite specii de dinozauri îşi îngrijeau puii. Tot el a demonstrat că unii dinozauri despre care se credea că aparţin unor specii diferite reprezentau de fapt aceeaşi specie la vârste diferite.

Am vorbit cu Horner în septembrie 2015. „Te consideri un om curios?“ a fost prima mea întrebare. „Da, asta sunt *înainte de toate*“, a răspuns imediat. Horner a descoperit primul os de dinozaur pe când avea opt ani, şi a dezgropat un schelet de dinozaur pe când avea treisprezece ani, ceea ce m-a condus la a doua întrebare: „Cum ai reuşit?“ „Tatăl meu se pricepea la geologie, aşa că m-a dus într-un loc unde credea că puteam găsi oase de dinozaur.“[22] După o scurtă pauză a adăugat: „Acela a devenit primul sit în care am făcut câteva descoperiri.“

Ceva totuşi nu pricepeam. „Mulţi copii sunt fascinaţi de dinozauri, dar cei mai mulţi dintre ei nu devin paleontologi. Cum te-ai îndreptat spre profesia de paleontolog?“ Horner a râs. „Eram dislexic. Chiar şi azi citesc doar ca un copil de clasa a doua. Când ceilalţi copii învăţau să citească, eu porneam în căutare de fosile. Dacă găseam ceva, mă duceam la bibliotecă, mă uitam la imaginile cu dinozauri şi încercam să-mi dau seama cărui dinozaur îi aparţinuseră acele oase.“

„Bănuiesc că pe atunci nu prea se ştia ce e dislexia“, am spus. „Într-adevăr, unii credeau că eram retardat. Tata a crezut multă vreme că eram doar leneş.“ L-a pufnit râsul. „De fapt, a continuat să creadă asta până când mi-a apărut fotografia pe coperta revistei sale preferate.“ I-am spus că povestea amuzantă cu tatăl lui mi-a amintit de un interviu cu tatăl lui Barry, Robin şi Maurice Gibb, fraţii care au format grupul pop Bee Gees. Interviul a fost luat tocmai când Bee Gees, care îşi compuseseră singuri hiturile, se aflau în culmea gloriei, dar tatăl insista: „Băieţii ăştia n-au muncit o zi în viaţa lor.“

Ştiind că Horner a asistat la unele cursuri de geologie şi zoologie la Universitatea Montana, l-am rugat să-mi descrie acea experienţă. „Am mers la universitate câţiva ani şi am învăţat o mulţime de lucruri, dar n-am putut niciodată să trec examenele, fiindcă ţi se cerea să citeşti mult.“ „Şi atunci ce ai învăţat?“ Imediat ce am pus întrebarea mi-am dat seama că puteam anticipa răspunsul. „Universitatea avea o foarte frumoasă colecţie de fosile care mi-au trezit curiozitatea.“ „Şi totuşi, în cercetarea de azi e greu să progresezi dacă nu poţi să citeşti, nu-i aşa?“ Horner a râs zgomotos. „Mereu le spun studenţilor mei: «Dacă eşti primul care o face, nu-i nevoie să citeşti nimic.»“

Fără să ştie, Horner îl cita aproape exact pe Leonardo. Să ne amintim de reacţia lui Leonardo la acuzaţia că era incult: „Cei care îi

studiază pe antici, iar nu lucrările Naturii, sunt copiii vitregi, nu fiii Naturii, mama tuturor autorilor buni.“ La fel ca Horner cinci secole mai târziu, Leonardo exclama: „Deşi pesemne că nu pot, asemenea lor, să citez din alţi autori, mă voi bizui pe ceva mult mai de seamă şi mai de preţ – experienţa, stăpâna stăpânilor lor.“

Horner a continuat, reluând aceeaşi temă: „Am observat că mulţi oameni de ştiinţă au idei preconcepute bazate pe ce citiseră. Eu n-am nici una. Când am descoperit ceva, am scris despre ce am găsit şi ce concluzii am tras personal din acele descoperiri.“ Horner se referea aici la o realitate tristă, pomenită în treacăt şi de vos Savant. Puţini oameni de ştiinţă îşi pot asuma azi riscul de a-şi urma independent curiozitatea, deoarece competiţia pentru finanţare şi recunoaştere e aprigă. Cu cât ştiinţa e mai scumpă, cu atât mai mult poate descuraja curiozitatea individuală şi explorarea „outsiderilor“, favorizând un progres mărunt.

Revenind la întrebarea pe care am pus-o şi altor „minţi curioase“, i-am spus: „Ce alte trăsături crezi că merg mână în mână cu curiozitatea?“ „Excelentă întrebare“, a zis. „Poate îţi dai seama despre ce e vorba dacă îţi spun că pregătesc chiar acum o prelegere pe care o voi rosti la un curs intitulat Introducere în biotehnologie. Îţi mărturisesc [mi-a şoptit] că mi se par cam seci multe dintre celelalte prelegeri de la cursul ăsta. Subiectul meu [vocea lui şi-a recăpătat sonoritatea] este «Cum să faci un unicorn roz care străluceşte pe întuneric».“

„Chiar vrei să vorbeşti despre crearea unei noi specii – un unicorn viu, un unicorn roz care străluceşte pe întuneric?“ l-am întrebat nevenindu-mi să-mi cred urechilor. „Da. Unii oameni caută succesul – şi-ar putea dori să vindece cancerul. Pe mine mă preocupă o problemă teoretică: Putem face aşa ceva? Câte lucruri trebuie să ştim ca s-o facem?“ Era pur şi simplu un exerciţiu uimitor, care se potrivea perfect cu „capacitatea de a gândi dincolo“, despre care vorbea Gianotti, şi cu „capacitatea de a ignora ceea ce e evident“, pomenită de vos Savant.

„Iar asta rezumă felul în care priveşti tu curiozitatea şi ştiinţa?“ am întrebat. „Cred că cel mai bun fel de ştiinţă apare atunci când îţi urmăreşti propria curiozitate, nu când o urmăreşti pe a altuia. Singurul scop trebuie să fie acela de a încerca să-ţi satisfaci curiozitatea.“

Ştiam că Horner era implicat şi în alt mare proiect, aşa că i-am spus: „Ce-i cu proiectul Reconstrucţia unui Dinozaur?“ Se aştepta la întrebarea asta. „Spre deosebire de alte încercări, noi nu folosim un

ADN străvechi.“ Se referea la tentativa geneticianului George Church de a „reînvia“ mamutul lânos folosind segmente genetice de la mamuţi îngheţaţi. „În schimb“, a continuat Horner, „noi folosim ADN de la păsări şi încercăm să-l retro-inginerim. O mare problemă e crearea cozii, fiindcă implică crearea unor vertebre.“

„Ar fi extraordinar şi dacă aţi reuşi doar parţial“, am spus, uimit de ambiţia acestei întreprinderi. Dată fiind temeritatea proiectelor lui Horner, nu m-am putut abţine să-i pun o ultimă întrebare: „Îţi alegi studenţii sau cercetătorii postdoctorali dintre cei care au acelaşi nivel de curiozitate ca tine?“ „Absolut!“

*

Ultimul meu interlocutor poate că n-ar fi devenit celebru dacă n-ar fi fost împuşcat în picior. Iată cum prezintă sculptorul, fotograful şi artistul media brazilian Vik Muniz evenimentele din acea noapte fatidică de la Sao Paulo:[23]

> Într-o noapte, după ce am plecat de la o petrecere, am văzut o bătaie între doi bărbaţi, unul lovindu-l sălbatic cu un box pe celălalt. Am coborât din maşină şi i-am despărţit, atacatorul rupând-o la fugă. Îndreptându-mă înapoi spre maşină am auzit un zgomot puternic şi m-am trezit pe jos. Incapabilă să judece limpede, victima deschisese uşa maşinii, îşi luase pistolul şi îl descărcase în primul om în haine de culoare închisă pe care l-a văzut. Omul acela eram eu. Din fericire, împuşcătura n-a fost fatală. Ba mai mult, pistolarul era bogat. M-a rugat să nu depun plângere şi mi-a oferit o sumă rezonabilă. Am folosit banii ca să-mi cumpăr un bilet de avion spre Chicago în 1983.

Muniz locuieşte acum la New York[24], dar îşi petrece timpul şi la Rio de Janeiro. Este un artist cu o imaginaţie extraordinară, cunoscut mai ales pentru recrearea migăloasă şi credibilă a unor opere de artă clasice din materiale precum siropul de ciocolată, zahărul, diamantele şi untul de arahide, pe care apoi le fotografiază pentru a produce imagini în stil fotojurnalistic.

Filmul *Waste Land* din 2010 a documentat un proiect ambiţios realizat de Muniz la Jardim Gramacho, cel mai mare depozit de deşeuri

de la periferia oraşului Rio de Janeiro.[25] A colaborat cu gunoierii (numiți de *catadores*) pentru a transforma gunoaiele în artă. *Waste Land* a fost nominalizat pentru Premiul Oscar şi a câştigat peste cincizeci de premii internaţionale.

Când am vorbit cu Muniz în 2016, l-am întrebat despre un lucru aflat din cartea sa *Reflex*: „Ştiu că îţi place poemul lui Ovidiu *Metamorfoze*. Poate fi mottoul întregii tale opere?“ Muniz a râs. „Nu chiar motto, ci sursă de inspiraţie. Începutul *Metamorfozelor*, «Metamorfoza-n noi forme a formelor gândul îmi este / Să povestesc»[8] conține o afirmaţie foarte interesantă despre percepţie şi interpretare.“ După o scurtă pauză a continuat: „Atât artiştii, cât şi oamenii de ştiinţă încearcă să privească totul cu mirare. Ani de zile m-am străduit să găsesc o definiţie a artei, iar în cele din urmă am ajuns la «o dezvoltare sau evoluţie a interfeţei dintre minte şi materie».“ Râde din nou şi adaugă: „Apoi mi-am dat seama că aceeaşi definiţie i se aplică şi ştiinţei.“

„Vezi şi alte legături între arte şi ştiinţă?“ l-am întrebat. „Categoric“, a răspuns imediat Muniz. „Atât oamenii de ştiinţă, cât şi artiştii sunt «flămânzi» – îşi dedică vieţile instrumentelor creatoare care ne vor ajuta să aflăm ce e acolo. Când vorbesc cu oameni de ştiinţă, sunt impresionat de faptul că în legătură cu lumea subatomică, de pildă, se gândesc la lucruri aflate dincolo de domeniul simţurilor. Cum percepi sau înţelegi dimensiuni din afara celor trei dimensiuni ale spaţiului? E greu pentru cei obişnuiţi să gândească vizual.“ Remarca lui Muniz era în ton cu afirmația lui Gianotti că oamenii curioși au „capacitatea de a gândi dincolo“ şi cu observația lui May că ştiinţa şi arta sunt legate „într-un mod misterios“. Aşa am ajuns la următoarea întrebare: „Te consideri un om curios?“

Muniz a râs zgomotos. „Curiozitatea mea e atât de profundă, încât aş spune că este aproape o boală. Când eram copil, cineva mi-a dăruit o şurubelniţă, şi era cât pe ce să demontez toată casa. Au trebuit să mi-o ia, fiindcă m-am şi curentat. Nu mă consider erudit, dar încerc să cunosc măcar câte ceva despre mai toate lucrurile. Simt că sămânţa creativităţii e curiozitatea, iar potenţialul imaginaţiei provine din mirare.“ A rămas tăcut câteva clipe, apoi a adăugat: „Uneori aproape că-i invidiez pe cei din Evul Mediu, când se ştia atât de puţin şi întreaga lume îți putea trezi curiozitatea.“

„Vreau să te întreb despre două lucruri care ştiu că te fascinează: lumina şi comicul Buster Keaton.“ „În munca mea“, a spus Muniz, „încerc să descopăr cum putem transforma informaţia primită de la simţuri în imagine mentală. Foarte multe lucruri nu se predau în şcolile de artă: fizica luminii, fiziologia văzului, neurologia şi psihologia văzului. Nu poţi lucra fără să le cunoşti. Ca atare, jumătate din biblioteca mea din New York e compusă din cărţi de ştiinţă.“ Aceeaşi atitudine cu a lui Leonardo.

„Dar cu Buster Keaton cum e?“ am întrebat. „În ce a făcut el găsesc două caracteristici principale: mecanica şi cauza şi efectul. Mecanica umorului şi mecanica trupului, care în filmele mute era mult mai importantă. Găsesc că Buster Keaton e strălucit.“

Ştiam că una dintre lucrările lui din seria *Picturi în cerneală* e un portret al lui Richard Feynman (figura 23). În această serie, Muniz a recreat imagini bine cunoscute. „De ce Feynman?“ l-am întrebat. „I-am citit toate cărţile de popularizare“, a spus Muniz. „Toți oamenii de ştiinţă pe care i-am cunoscut erau profund impresionați de Feynman.“ *Într-adevăr*, mi-am zis. „A venit şi în Brazilia ca să înveţe să cânte la tobe“, a adăugat Muniz. „Avea un spirit de observaţie foarte deschis. Şi oamenii de ştiinţă, şi artiştii trebuie să-l aibă ca să poată inventa noi moduri de a privi lucrurile.“

Figura 23

I-am dat din nou dreptate. La urmă l-am întrebat pe Muniz ce i-a inspirat proiectul de la groapa de gunoi Jardim Gramacho. Răspunsul lui a fost sincer şi emoţionant: „Lucram la o retrospectivă şi mi-am spus «ştiu ce a făcut arta pentru mine, dar ce a făcut pentru alţii?». Aşa că m-am apucat să lucrez cu oameni care nu avuseseră nici o legătură cu arta. În ultimă instanţă, m-am lăsat purtat de curiozitate.“ Banii strânşi din licitaţia lucrărilor au fost dăruiţi gunoierilor brazilieni.

O MINTE VIGUROASĂ

„Curiozitatea este una dintre caracteristicile permanente şi certe ale unei minţi viguroase“, scria în 1751 Samuel Johnson.[26] Examinând răspunsurile persoanelor excepţional de curioase pe care le-am intervievat, ce ne dezvăluie istoriile personale şi minţile lor incontestabil viguroase?

Deşi amintirile din copilărie trebuie privite cu rezervă, fiindcă pot să fie supuse unor revizuiri şi înfrumuseţări ulterioare, relatările culese

dovedesc neîndoios că, chiar dacă nu s-au gândit niciodată în mod conştient la asta, oamenii excepţionali la maturitate au fost şi în copilărie neobişnuit de curioşi. Nu toţi copiii încearcă să rezolve misterul mareelor (ca Martin Rees), iar deşi mulţi copii se joacă cu dinozauri de pluş, foarte puţini ajung să dezgroape oase de dinozaur (ca Jack Horner). Să sperăm că tot mai puţini copii se vor curenta din curiozitate, aşa cum i s-a întâmplat lui Vik Muniz. Curiozitatea se manifestă sub forma preocupărilor active şi a entuziasmului pentru explorarea fenomenelor, evenimentelor sau artefactelor. Dar e de asemenea clar că un copil cu o curiozitate insaţiabilă nu va fi neapărat socotit „înzestrat“ (povestea lui Horner).

Conform psihologului Mihaly Csikszentmihalyi, copiii sunt interesaţi să se antreneze în acele activităţi care le oferă un avantaj în competiţia pentru câştigarea atenţiei şi admiraţiei adulţilor importanţi din viaţa lor. El spunea că o fetiţă recunoscută pentru talentul ei de a efectua sărituri şi tumbe e probabil să devină interesată de gimnastică. Deşi acest scenariu se aplică fără îndoială în unele cazuri, cum e cel al lui Picasso, care de la o vârstă fragedă manifesta un talent incredibil la desen, situaţia poate fi mult mai complicată (ca în cazul Fabiolei Gianotti sau a lui Marilyn vos Savant, de exemplu). Brian May a urmat un traseu în zig zag: a participat la construirea unei chitare împreună cu tatăl său, apoi a studiat matematica şi ştiinţele, a abandonat acel drum (în ciuda obiecţiilor părinţilor săi) pentru muzică, iar în cele din urmă s-a întors la ştiinţă. De aici putem trage o altă concluzie importantă: oamenii îşi pot menţine vie curiozitatea timp de mulţi ani, şi chiar se pot întoarce la subiectele care îi preocupaseră în trecut. Csikszentmihalyi însuşi recunoştea că adesea avantajul competitiv în sine nu e rezultatul eredităţii. În schimb, curiozitatea precoce poate fi stârnită de condiţii particulare din mediul imediat al copilului.

Relatările lui Gianotti şi Rees despre anii lor de liceu demonstrează că nu toţi oamenii de ştiinţă curioşi sau împliniţi s-au dedicat de la bun început carierei ştiinţifice. După cum arată experimentele lui Gottlieb, unii au explorat o panoramă intelectuală vastă înainte de a se concentra asupra unei anumite pasiuni. Exemplul extrem de preocupări schimbătoare şi curiozitate hoinară e dat de traseul incredibil al lui Story Musgrave. Drumul său, în care o curiozitate o inspiră pe alta, seamănă cu cel al chimistului laureat Nobel Ilya Prigogine[27]. Deşi iniţial a avut

preocupări umaniste, sub presiunea familiei Prigogine a început să studieze Dreptul. Așa a ajuns să fie interesat de psihologia minţii criminale, apoi s-a ocupat de neurochimie, în încercarea de a descifra procesele din creier. Înţelegând că neuroştiinţa era încă departe de a explica pe deplin comportamentul, s-a apucat să studieze chimia sistemelor cu auto-organizare.

Să ne amintim că Musgrave a trecut de la matematică la informatică, la chimie, la medicină, devenind în cele din urmă un celebru astronaut. Curiozitatea oferă o direcţie călăuzitoare, însă poate şi lumina un drum sinuos. Oameni excepţional de curioşi pot fi incapabili să prezică unde îi va duce curiozitatea (ca în cazul lui Dyson, vos Savant, Muniz şi May), dar ei rămân mereu atenţi la lumea din jurul lor şi sunt pregătiţi să încerce să rezolve unele dintre misterele ei. O trăsătură ce pare să menţină curiozitatea vie (la orice vârstă) este deschiderea faţă de probleme nefamiliare chiar şi din domenii noi. Preocuparea lui Rees pentru ameninţările existenţiale, activismul pasionat al lui May legat de animale şi cercetarea lui Horner privind crearea unui unicorn roz sunt exemple excelente. Poate încă mai impresionant, într-un interviu din *Quanta Magazine* la câteva zile după ce a împlinit nouăzeci de ani, Freeman Dyson dezvăluia că acceptase o nouă provocare: să formuleze un model matematic pentru teste clinice eficiente, cu pierderi minime de vieţi omeneşti.[28] Ce spune asta despre menţinerea şi utilizarea energiei intelectuale?

---

8. Publius Ovidius Naso, *Metamorfoze*, trad. Ion Florescu şi Petru Creţia, Editura Academiei RPR, Bucureşti, 1959 (n. red.).

NOUĂ
De ce curiozitate?

Curiozitatea umană a evoluat, cel puţin în parte, pentru a sprijini supravieţuirea. Înţelegerea lumii din jur, a legăturilor cauzale şi a surselor schimbării i-au ajutat pe oameni să reducă erorile de predicţie, să facă faţă mediului şi să se adapteze. Curiozitatea în privința altor oameni a jucat fără îndoială un rol în reproducere şi în crearea structurilor sociale. Aventurierul din secolul XVIII Giacomo Casanova e adesea citat că ar fi spus: „Iubirea este pe trei sferturi curiozitate.“ De fapt, în *Memoriile* sale scria: „Femeia care arătând puţin reuşeşte să-l facă pe un bărbat să vrea să vadă mai mult a împlinit trei sferturi din sarcina de a-l face să se îndrăgostească de ea; căci ce altceva e iubirea decât un soi de curiozitate?“[1] În acelaşi timp, setea de cunoaştere de dragul cunoaşterii şi curiozitatea faţă de un întreg tezaur de noțiuni abstracte au condus la o cultură bogată şi complexă.[2]

Oamenii nu reacţionează doar pasiv la ceea ce văd, aud sau simt. Ei manifestă interes pentru fenomenele apropiate sau îndepărtate, iar uneori se angajează activ în explorare. La un număr relativ mic de oameni, anumite subiecte stârnesc o foame epistemică atât de mare, încât îşi dedică întreaga viaţă căutării răspunsurilor. Nu toţi oamenii sunt însă la fel de curioşi. Într-o oarecare măsură, dacă nu în cea mai mare parte, nivelul de curiozitate e determinat genetic. Există dovezi experimentale care sugerează că, în esenţă, toate trăsăturile psihologice sunt ereditare, dar e interesant să încercăm să înţelegem ce rol joacă alţi factori în determinarea nivelului de curiozitate. Ce anume e răspunzător de acele „diferenţe individuale“ care nu sunt înnăscute, şi chiar de tendinţele colective? Alţi factori decât cei genetici ar putea fi, de exemplu, influenţele familiei, ale prietenilor apropiaţi, profesorilor, instituţiilor religioase şi ale mediului şi moştenirii culturale generale. Desigur, nu sunt întotdeauna uşor de separat efectele genetice de cele ale mediului, mai ales că cele două interacţionează uneori într-un mod complicat. De pildă, deşi e fără îndoială adevărat că un lanţ de

evenimente tragice din viaţa cuiva îl poate adânci în depresie, se ştie că zestrea genetică a unora îi face să fie mai înclinaţi spre depresie decât sunt alţii, chiar şi în condiţii foarte asemănătoare.

EREDITATEA ŞI CURIOZITATEA

Pentru a obţine o estimare mai clară a eritabilităţii diferitelor trăsături psihologice, inclusiv curiozitatea, cercetători precum Thomas Bouchard de la Universitatea din Minnesota şi Robert Plomin şi Kathryn Asbury de la King's College, Londra, se bazează pe studii asupra gemenilor. O treime din gemeni sunt identici (echivalenţi genetic), iar ceilalţi sunt împărţiţi în mod egal între cei de acelaşi sex şi cei de sexe diferite. Bouchard conduce un proiect de cercetare numit Studiul din Minnesota al Gemenilor Crescuţi Separat (Minnesota Study of Twins Reared Apart – MISTRA) reunind gemeni din toată lumea, care au fost separaţi în copilărie şi în cea mai mare parte din viaţă.[3] Plomin conduce Studiul Dezvoltării Timpurii a Gemenilor (Twins Early Development Study) implicând vreo 12 000 de familii cu care lucrase şi Asbury.

Gemenii MISTRA au fost supuşi timp de cincizeci de ore la examinări psihologice şi medicale, cu un accent pe capacităţile lor mentale, incluzând teste precum Wechsler Adult Intelligence Scales şi Raven's Progressive Matrices. Rezultatele au fost concludente: gemenii identici care au petrecut separat o mare parte din viaţă erau în esenţă la fel de asemănători ca inteligenţă cu cei care au crescut împreună.

În 2004 Bouchard a revizuit rezultatele unor proiecte realizate pe eşantioane mari din societăţile occidentale relativ înstărite.[4] A reieşit că influenţa genetică reprezintă între 40 şi 50% pentru toate cele Cinci Mari trăsături ale personalităţii (deschidere, conştiinciozitate, extravertire, caracter agreabil, nevrotism), deschiderea (caracteristica cea mai strâns legată de curiozitate) atingând o eritabilitate de 57%. Cu alte cuvinte, genetica poate explica aproximativ jumătate din diferenţele observate în trăsăturile personalităţii. Nu s-au găsit diferenţe semnificative în eritabilitate între cele două sexe.

Bouchard a examinat şi datele adunate timp de mulţi ani în alt studiu amplu concentrat asupra intereselor psihologice (numite şi interese ocupaţionale). Acel proiect de cercetare a implicat gemeni, fraţi

negemeni, părinţi şi copiii lor. Au fost examinate preocupările în privința artei, cercetării, societății şi iniţiativei. Dintre acestea, interesul pentru cercetare e un indiciu clar al curiozităţii, dar şi celelalte implică probabil curiozitatea. Din nou, în toate aceste înclinaţii există *o importantă influenţă genetică, la un nivel mediu de 36%*, în vreme ce influența mediului este de doar circa 10% pentru fiecare trăsătură.[5]

E surprinzătoare puternica influenţă genetică asupra curiozităţii? Pesemne că nu. După cum am văzut în capitolele 4–6, curiozitatea presupune anumite capacităţi cognitive şi poate depinde de capacitatea memoriei de lucru şi de controlul executiv, toate fiind determinate în mare măsură de moştenirea genetică. Totuşi, dacă nu se ivesc şanse şi dacă energia psihică e în întregime dedicată supravieţuirii şi nevoilor vieţii, caracteristicile genetice pot rămâne latente. Bouchard însuşi spunea că „deoarece studiile au subeşantionat persoanele din segmentul cel mai sărac al societăţilor occidentale, datele nu pot fi generalizate pentru aceste populaţii“. În plus, ştim că genetica nu ne spune totul. O lume urmând numai instrucţiunile codificate în gene de evoluţie ar fi foarte diferită de lumea noastră. Probabil că n-ar avea un Shakespeare, un Mozart şi un Einstein. Dezvoltări spectaculoase precum apariţia limbajului uman sau împrejurările istorice care au condus la Renaştere şi Revoluţia Ştiinţifică, toate datorate cel puţin în parte curiozității umane, au permis oamenilor să urmeze o cale mai rapidă decât cea pavată doar de ADN. Ceea ce numim „cultură“ s-a născut pentru că am profitat de această autostradă nebiologică a curiozităţii. În loc să evolueze numai prin mutaţii genetice (un proces dureros de lent), civilizaţiile umane au evoluat prin dobândirea şi răspândirea cunoaşterii. A existat totuşi un important proces de selecţie a informaţiei utile de către mintea umană, iar aici au intervenit acele strategii ale curiozităţii şi explorării despre care am vorbit în capitolul 5. Mediul ne bombardează simţurile cu date din care creierul trebuie să le aleagă mereu pe acelea necesare pentru supravieţuire şi pentru satisfacerea apetitului nostru specific, difuz, perceptiv şi epistemic.

Dat fiind rolul important pe care-l joacă curiozitatea în domenii precum educaţia, cercetarea fundamentală, inspirația artistică şi nararea sub toate formele ei (comunicare interpersonală, cărţi, filme, publicitate etc.), chiar dacă acceptăm că multe dintre diferenţele individuale în privința curiozității au o origine genetică, rămâne întrebarea: Se poate

oare cultiva curiozitatea? Înainte de a examina căile posibile de sporire a curiozității, trebuie să recunoaştem că există împrejurări care o inhibă puternic.

CURIOZITATEA A UCIS PISICA

Oameni care trebuie să lupte pentru supravieţuire sunt lipsiți de plăcerea, motivaţia sau timpul ca să reflecteze la sensul vieţii. Copiii refugiaţilor, obligați să străbată pe jos graniţe şi uneori continente întregi, suferind neîncetat de foame şi de lipsa unui adăpost, e puţin probabil să se angajeze în vreo explorare sau în vreo activitate care să reprezinte o recompensă în sine.

În plus, au existat perioade în istoria omenirii când miturile, tradiţiile şi uneori dezinformarea voită au declarat periculoasă curiozitatea, inhibând-o.[6] Conducători despotici, adepți fără milă ai unor religii stricte, controlori ai informaţiei şi, în general, păzitori fermi ai unui status quo considerau adesea că supuşii lor trebuie să le fie inferiori în cunoaştere, aşa încât curiozitatea trebuia descurajată. Să convingi masele că ceea ce nu ştii nu te va ucide şi că lucrurile sunt aşa cum sunt fiindcă aşa trebuie să fie era mai uşor pentru unii dintre cei aflați la putere decât să dobândeşti o cunoaştere superioară prin învăţare.

Probabil că n-a existat niciodată vreo civilizaţie care să nu fi ridicat ziduri în jurul anumitor tipuri de cunoaştere. Tradiția conform căreia curiozitatea poate fi periculoasă, deci nu trebuie lăsată liberă, e la fel de veche ca însăşi cultura umană. În Biblie, Eva şi Adam sunt izgoniți din grădina raiului pentru ca au cedat curiozităţii lor (îndemnați de şarpele viclean) şi, vrând să ştie mai mult decât trebuia, au mâncat din fructul oprit. Dramaturgul scoţian cunoscut sub pseudonimul James Bridie[7] spunea în glumă (sau serios?) că fapta Evei a fost „primul mare pas în ştiinţa experimentală“.

De asemenea, în Cartea Facerii, când Dumnezeu a hotărât să distrugă oraşele păcătoase Sodoma şi Gomora, a cruțat totuşi viața virtuosului Lot, a soţiei sale şi a celor două fiice ale lor. Au fost trimişi doi îngeri să-l îndemne pe Lot să părăsească imediat Sodoma şi să nu se uite înapoi orice ar fi. Cedând curiozității, soţia lui Lot a privit în urmă, iar imediat s-a transformat într-un stâlp de sare. (În paranteză fie spus,

trebuie să fi fost foarte corpolentă pentru a corespunde formaţiunii stâncoase din Israel numită „Soția lui Lot“.[8])

Ideea că unele cunoştinţe sunt nelegitime şi interzise tuturor oamenilor apare și în alte texte din Scripturi, precum şi în diverse scrieri teologice. În Eclesiastul, de pildă, găsim avertismentul descurajant „Că unde este multă înţelepciune este şi multă amărăciune, şi cel ce îşi înmulţeşte ştiinţa îşi sporeşte suferinţa“, iar în Înțelepciunea lui Isus Sirah găsim îndemnul „[…] nu te ține de lucrurile zadarnice, că ți s-au descoperit destule din cunoștințele omenești“. Un ecou al acestui sfat apare în secolul V la Sfântul Augustin: „[Dumnezeu] pregătea Gheena pentru cei care scrutează prea îndeaproape tainele divine.“[9] Sfântul Augustin numea curiozitatea „pofta ochilor“ (*concupiscentia oculorum* în latină) și avertiza împotriva încercărilor de a număra stelele sau firele de nisip, fiindcă o asemenea curiozitate zadarnică spunea el, punea o piedică în calea devoţiunii umile. În secolul XII, Sfântul Bernard de Clairvaux a înălțat curiozitatea la rang de păcat capital, situat undeva între lene și mândrie.[9] „Să înveți pentru a şti este curiozitate ruşinoasă“, proclama el.

Curiozitatea n-a fost întotdeauna aprobată nici de grecii antici. Mitologia greacă conține povești despre pedeapsa divină care cădea asupra celor prea curioşi. Într-o legendă frapant de aseamănătoare cu relatarea despre Eva biblică, Pandora n-a rezistat tentației și a deschis un ulcior (adesea tradus incorect prin „cutie“), eliberând astfel toate relele omenirii. Pedepse aspre au căzut şi asupra prinţeselor surori Herse şi Aglauros, care nu şi-au înfrânat curiozitatea şi au încălcat porunca zeiței Atena, privind pe furiș în coșul unde se afla pruncul Erichthonios. Vederea acestui mitic viitor conducător al Atenei (care, conform unor versiuni ale legendei era jumătate om, jumătate şarpe) le-a făcut să înnebunească, iar cele două surori s-au aruncat în gol de pe Acropole. Mitul lui Semele, care a fost atât de curioasă încât să insiste să-l vadă pe Zeus în slava sa divină, deși el a implorat-o să nu-i ceară asta, se încheie cu un dezastru: Semele e mistuită de focul aprins de fulger.

Veți remarca totuși că în majoritatea acestor cazuri pedeapsa e atrasă mai curând de nesupunere decât de curiozitate. Trebuie să amintim și că până prin secolul XVII cuvântul „curiozitate“ avea alt sens decât cel de azi. Pentru diverși pretinși moraliști, a fi curios însemna mai degrabă a-

ţi băga nasul în lucruri care nu te privesc decât a explora. Ca atare, pentru Alexander Neckam, cărturar englez din secolul XII, invenţiile şi realizările din arhitectură erau amestec în creaţia lui Dumnezeu: „Ah, curiozitate deşartă! Ah, curiozitate deşartă! Omul suferind de boala nestatorniciei distruge, construieşte şi transformă pătratul în cerc.“ Chiar şi marele umanist renascentist olandez Erasmus din Rotterdam, care în general considera că Scripturile nu condamnă învăţarea, vedea în curiozitate lăcomia de a cunoaşte lucruri inutile, aşa încât ea trebuia să fie doar apanajul elitei.

Atitudinea generală faţă de curiozitate a început să se schimbe în secolul XVI, mai ales odată cu creşterea numărului călătorilor şi naturaliştilor.[10] Cine trebuie să știe cutare lucru sau cum se poate dobândi cunoașterea erau probleme discutate în cercurile științifice și religioase. Contabilizând aparițiile cuvântului „curiozitate“ și ale celor înrudite (derivând din latinescul *curiositas*), istoricul Neil Kenny de la Oxford a descoperit că folosirea lor într-o gamă largă de scrieri a crescut de zece ori între 1600 şi 1700. Aceasta reflectă creşterea interesului pentru explorare, declanşat de revoluţia ştiinţifică (şi filozofică). Cel care a considerat primul curiozitatea drept o emoție căreia oamenii nu i se pot sustrage a fost matematicianul şi filozoful francez René Descartes.[11] Deşi vedea în curiozitate un soi de boală, având deci o atitudine ambivalentă, Descartes spunea: „O curiozitate atât de oarbă îi stăpâneşte pe oameni, încât adesea îşi poartă gândurile pe căi necunoscute, fără vreun motiv deosebit, ci numai în scopul de a se expune primejdiei să găsească acolo din întâmplare aceea ce caută.“[10] În lista celor şase „pasiuni primitive“, Descartes a aşezat *mirarea* (care e intim legată de curiozitate) pe primul loc. El a explicat că rostul mirării este de a „ne face să aflăm şi să reţinem în memoria noastră lucruri pe care înainte nu le-am ştiut“.[11]

Au urmat alte personaje recunoscute pentru curiozitatea lor. Medicul şi scriitorul britanic Thomas Browne, de pildă, a publicat o carte pe teme diverse şi ezoterice precum misterele naturii, oamenii şi relaţia lor cu Dumnezeu, credinţe şi superstiţii, scrierile vechi, istoria horticulturii şi moartea.[12]

La începutul secolului XIX, naturalistul şi exploratorul prusac Alexander von Humboldt[13] a călătorit mult prin America de Sud, Rusia şi Siberia, şi a publicat tratate de botanică, antropologie, meteorologie,

geografie, arheologie şi lingvistică. Un biograf al său scria că pentru Humboldt „lumea era un laborator în care explora“.[14] Fratele lui Humboldt, Wilhelm, lingvist şi filozof, observa că Alexander „avea oroare de evenimentul singular“, preferând să exploreze fiecare aspect al unui fenomen. N-ar fi o exagerare să spunem că Humboldt era curiozitatea întruchipată. În introducerea la *Cosmos*, opera sa[15] în care a încercat să rezume întreaga cunoaştere din ştiinţele fizice, Humboldt sublinia natura egalitară a curiozităţii – pentru el, cunoaşterea ştiinţifică era „proprietatea comună a tuturor claselor sociale“. Folosind aproape aceleaşi cuvinte ca Leonardo, cu trei sute de ani înaintea lui, şi ca Feynman, cu o sută cincizeci de ani mai târziu, Humboldt a dat o definiţie a omului curios: „Nu există ceva care să nu-l intereseze pe naturalist, atâta vreme cât studiază în amănunt. Natura e o sursă inepuizabilă de studiu, iar pe măsură ce ştiinţa progresează, noi fapte se dezvăluie unui observator care ştie s-o cerceteze.“ Mai târziu, Humboldt a vorbit despre propria sa curiozitate: „Îmi place să cred că, deşi am făcut greşeala ca din curiozitate intelectuală să abordez o diversitate prea mare de domenii ştiinţifice, am lăsat pe drum câteva urme ale trecerii mele.“ Istoricul Theodore Zeldin de la Oxford a rezumat excelent contribuţia lui Humboldt: „A îndrăznit să stabilească o legătură între cunoaştere şi simţire, între ceea ce cred şi fac oamenii în public şi ceea ce-i obsedează în particular.“[16]

În ciuda luminii mai favorabile în care a început să apară curiozitatea din secolul XVII, pe mulţi a continuat să-i îngrijoreze. Un bun exemplu al acestei neîncrederi e *Faust*, tragedia lui Goethe din secolul XIX, în care un savant german, nemulţumit de încercările sale de a dobândi cunoaşterea, ajunge să-şi vândă sufletul diavolului. În aceeaşi perioadă, cuvântul *curiozitate* a ajuns să desemneze nu doar setea de informaţie, dar şi acele obiecte rare sau exotice care stârneau interesul oamenilor. Aşa au apărut „cabinetele de curiozităţi“ (sau „camerele magice“), colecţii de obiecte artistice sau din lumea naturală semănând cu mici muzee.

La fel de revelator e faptul că, în colecţia de basme publicată în 1812, fraţii Grimm au inclus multe povestiri cu mesaj ambiguu legat de curiozitate şi tendinţa spre comportamentul explorator.[17] În *Frumoasa din pădurea adormită* (bazată pe un basm publicat iniţial în 1697), prinţesa de cincisprezece ani cercetează toate cotloanele palatului, şi

ajunge în cele din urmă la un mic turn. După ce urcă scara în spirală şi deschide o uşiţă cu o cheie ruginită, se pomeneşte în faţa unei bătrâne care torcea un fuior de in. Abia atingând fusul, prinţesa se înţeapă şi se cufundă într-un somn adânc care durează o sută de ani. Nu s-ar zice că explorarea e încurajată!

În povestea lui *Hänsel şi Gretel*, fratele mai mic şi sora lui se află într-o situaţie la fel de neplăcută când drumeţia lor aventuroasă îi duce în faţa unei case construite din prăjituri şi dulciuri. Neştiind că acea casă aparţine unei vrăjitoare canibale, cei doi copii îşi pun în pericol viaţa începând să guste din acoperiş. În paranteză fie spus, vrăjitoarea aminteşte de Baba Yaga, fiinţa supernaturală cu nasul lung din folclorul slav, care îi mănâncă şi ea pe copiii băgăreţi.

Deşi *Frumoasa din pădurea adormită* şi *Hänsel şi Gretel* se termină cu bine (prinţesa e în cele din urmă salvată de un prinţ; Hänsel şi Gretel scapă cu viaţa păcălind-o pe vrăjitoare), din aceste basme şi din multe altele pare să rezulte că e periculos să fii curios. Este şi mesajul proverbului „*Curiosity killed the cat*“ [Curiozitatea a ucis pisica]. E interesant de observat că versiunea lui iniţială, care a apărut tipărită pentru prima dată la sfârşitul secolului XVI[18], era „*Care killed the cat*“ – cuvântul *care* putând însemna „necaz“ sau „îngrijorare“. Nu e clar (cel puţin pentru autorul acestei cărţi) cum a ajuns *care* să fie înlocuit de *curiosity* pe la sfârşitul secolului XIX[19], dar proverbul e un avertisment împotriva spiritului iscoditor, şi te sfătuieşte că e mai bine să-ţi vezi de treaba ta.

Din moment ce curiozitatea e nu doar inevitabilă, dar şi principalul motor al dorinţei de a dobândi cunoaştere, ne-am putea consola că, într-o versiune a sa, expresia „*Curiosity killed the cat*“ are continuarea „*but satisfaction brought it back*“ [dar satisfacerea ei a adus-o înapoi].

CURIOZITATEA E CEL MAI BUN LEAC ÎMPOTRIVA FRICII

Din nefericire, piedicile în calea curiozităţii n-au fost doar biblice, medievale ori antice greceşti. Regimuri tiranice, ideologii şi societăţi obtuze încearcă din răsputeri până şi în zilele noastre să pună stavilă curiozităţii.

Acţiuni menite să sugrume spiritul iscoditor, ideile noi şi explorarea

nu se mărginesc la descurajarea ştiinţelor. Artele şi cunoaşterea în general n-au fost cruţate. În 1937, de pildă, regimul nazist a organizat la München expoziţia *Arta degenerată*[20], având drept unic scop să-i convingă pe privitori că arta modernă e nici mai mult, nici mai puțin decât un complot premeditat al comuniştilor evrei împotriva poporului german. Expoziţia cuprindea lucrări ale unora dintre cei mai mari artişti ai secolului XX: suprarealişti precum Max Ernst şi Paul Klee; expresionişti precum Ernst Ludwig Kirchner, Emil Nolde, Oskar Kokoschka, şi Max Beckmann; cubişti-simbolişti precum Marc Chagall; pictori abstracţionişti precum Wassily Kandinsky şi Ernst Wilhelm Nay şi mulţi alţii. Tablourile erau anume trântite pe pereţi fără vreo ordine logică pentru a da impresia că sunt lipsite de orice valoare. În catalogul expoziţiei, picturile abstracte erau prezentate prin descrieri peiorative de genul: „Nu ni se spune ce era în creierele bolnave ale celor care au mânuit pensula sau creionul.“ Pentru a amplifica reacţiile negative ale publicului, printre vizitatori au fost introduşi agitatori care-şi băteau joc cu voce tare de exponate. Unele lucrări au fost chiar arse mai târziu.

N-a fost ultima dată când un regim reacţionar, intolerant sau totalitar a distrus opere de artă sau a încercat să înăbuşe curiozitatea. Pe 14 martie 2001, guvernul teocratic taliban din Afganistan a anunţat dinamitarea şi distrugerea a două imense statui ale lui Buddha în Bamiyan. Aceste statui monumentale (înalte de vreo 55 şi, respectiv, 40 de metri; figura 24 o înfățișează pe cea mai mică, așa cum arăta în 1977) au fost construite în secolul VI. Concomitent cu distrugerea lor, talibanii au sfărâmat şi statuile din muzeul din Kabul şi din alte muzee afgane, ştergând astfel legăturile istorice cu trecutul Afganistanului.

Cel mai cumplit atac taliban asupra curiozităţii a avut însă drept ţintă o fată curioasă: Malala Yousafzai.[21] Născută în 1997 la Mingora, în Pakistan, Malala a devenit un activist cunoscut încă din copilărie. În 2008, după atacul talibanilor asupra unei şcoli de fete, a ţinut un discurs intitulat „Cum îndrăznesc talibanii să-mi ia dreptul fundamental la educaţie?“. Această faptă curajoasă a fost urmată de blogging-ul ei pentru BBC. Talibanii au emis o condamnare la moarte pentru Malala, pe când ea avea 14 ani, iar pe 9 octombrie 2012 a fost împuşcată în cap în timp ce călătorea cu autobuzul de la şcoală către casă. Din fericire, a supravieţuit, a primit Premiul Nobel pentru Pace în 2014 şi îşi menţine

pledoaria pentru educaţia fetelor. În iulie 2015, această tânără activistă curajoasă şi curioasă a deschis în Liban o şcoală pentru fetele refugiate din Siria.

Figura 24

O formă clasică de cenzură extremă şi suprimare a curiozităţii este arderea cărţilor. Relatări despre diferite biblio-distrugeri datează încă din secolul VII, dar arderea cărţilor a continuat până în secolul XX. Naziştii, de exemplu, organizau periodic incinerarea cărţilor autorilor evrei. Dictatorul chilian Augusto Pinochet a ordonat în 1973 arderea a sute de cărţi. În 1981, într-un pogrom de trei zile împotriva populaţiei tamile minoritare, poliţia şi trupe paramilitare plătite de guvernul singalez au incendiat biblioteca publică din Jaffna, în Sri Lanka, care conţinea zeci de mii de cărţi şi manuscrise tamile.

Se poate desprinde vreo morală din aceste istorii ale opresiunii, intimidării şi asaltului asupra libertăţii personale? Cred că da, şi e o

morală evidentă: *Curiozitatea e cel mai bun leac împotriva fricii.* Una dintre cele mai clare manifestări ale libertăţii e tocmai posibilitatea de a te interesa de orice vrei. Freeman Dyson sublinia asta în sensul mai îngust al aplicării la ştiinţă atunci când spunea că „a fi om de ştiinţă îţi dă «permisul» să lucrezi la *orice* problemă ştiinţifică“. Libertate înseamnă să-ţi poţi urma curiozitatea oriunde te poartă, atâta vreme cât nu încalci libertatea altora şi eşti călăuzit de o anumită etică (voi discuta acest aspect în Epilog). După cum spunea istoricul şi filozoful Theodore Zeldin, „A fi interesat de munca ta, de câteva hobby-uri, de câţiva oameni lasă prea multe găuri negre în univers“.[22]

Am născocit expresia „curiozitatea e cel mai bun leac împotriva fricii“ în 2012, pe când pregăteam o conferință, dar curând am descoperit că nu eram singurul care se gândise la proprietatea terapeutică a curiozităţii. Sloganul expoziţiei din 2008 *U-Turn Quadrennial for Contemporary Art* de la Copenhaga era asemănător: „Înlocuieşte teama de necunoscut cu curiozitatea“ (figura 25). În ultimă instanță, asta înseamnă că la fel cum, începând cu Revoluția Științifică, fiecare descoperire a adus cu sine o nouă serie de întrebări şi incertitudini, trebuie să înțelegem că lumea din jurul nostru ne oferă un număr infinit de prilejuri de a fi curioşi şi o bogăție de subiecte care să ne stârnească curiozitatea. Nu trebuie să permitem să i se pună botniţă curiozităţii. „Discutarea acestor lucruri presupune curiozitate, iar curiozitatea înseamnă insubordonare în forma ei cea mai pură“, spunea Vladimir Nabokov.[23]

Figura 25

Pe când scriam această carte, am descoperit din întâmplare că romancierul irlandez James Stephens a descris curiozitatea în termeni şi mai pregnanți decât mine. În romanul său filozofic *The Crock of Gold*, e vorba despre un băiat care creşte într-o pădure deasă unde razele soarelui nu pătrund niciodată.[24] Nu departe de casă, băiatul descoperă însă un luminiş unde în timpul verii preț de câteva ore străluceşte soarele. „Prima vedere a acestei străluciri extraordinare l-a uimit“, scrie Stephens, şi continuă reluând parcă povestea lui Leonardo aflat la intrarea în peşteră: „Nu mai văzuse niciodată aşa ceva, iar strălucirea constantă, imobilă i-a stârnit deopotrivă teama şi curiozitatea.“ Stephens încheie cu o frază memorabilă: „Curiozitatea va domina teama în mai mare măsură chiar şi decât curajul; într-adevăr, pe mulți i-a târât în primejdii în fața cărora simplul curaj fizic ar fi dat bir cu fugiții, căci foamea, dragostea şi curiozitatea sunt marile forţe care împing viaţa înainte.“

Relaţia dintre curiozitate şi teamă nu-i doar subiectul unui slogan motivaţional, ci are o bază fiziologică. Neurotransmiţătorul dopamină e implicat atât în recompensă (deci în curiozitate), cât şi în teamă, în regiuni adiacente din creier. În 2011, psihologii Jocelyn Richard şi Kent Berridge de la Universitatea din Michigan au arătat că atunci când

dopamina a fost lăsată să acţioneze normal, injectarea ei în partea frontală a nucleului accumbens la şobolani i-a determinat să mănânce aproape de trei ori mai mult decât de obicei.[25] În schimb, când dopamina a fost injectată în partea posterioară a nucleului accumbens, șobolanii s-au comportat temător, ca şi cum ar fi fost urmăriți de prădători. Aceste experimente demonstrează că nu doar în sens figurat, ci și în sens propriu curiozitatea poate traversa granița dintre teamă şi răsplată.

După ce am trecut în revistă tristele exemple istorice de suprimare colectivă a curiozităţii, ne putem întoarce la o întrebare mai optimistă: Cum putem stimula, cultiva și menține vie curiozitatea individuală? N-am de gând să dau sfaturi practice, ci doar să rezum idei din capitolele anterioare care pot veni în sprijinul curiozității noastre înnăscute.

STÂRNIREA DORINŢEI ARZĂTOARE DE A CUNOAŞTE

În cartea sa *Ce-ţi pasă ție de părerile altora?*, Richard Feynman povestește că, în copilărie, tatăl lui s-a străduit să-i ofere instrumentele mentale care aveau să-l facă pe Feynman să devină un om de ştiinţă cu o minte extraordinar de iscoditoare. La prima vedere, povestea pare simplă. Tatăl i-a atras atenţia că o anumită pasăre mergea ciugulindu-şi tot timpul penele, şi l-a întrebat de ce crede că face asta.[26] „Poate că i s-au încurcat penele în timp ce zbura și vrea să le îndrepte“, a răspuns Feynman. Tatăl i-a propus un mod simplu de a-și testa ipoteza. Dacă e corectă, ar fi de aşteptat ca păsările care tocmai aterizează să-şi ciugulească penele mult mai mult decât cele care umblă pe pământ de ceva vreme. Au urmărit câteva păsări şi au conchis că nu existau diferenţe observabile. Feynman a recunoscut că ipoteza era probabil incorectă, şi l-a întrebat pe tatăl lui care e răspunsul corect. Tatăl i-a explicat că păsările erau sâcâite de păduchi care se hrănesc cu o proteină din pene. Există nişte acarieni care mănâncă o substanţă ceroasă de pe suprafaţa ouălor de păduchi, iar unele bacterii cresc în materia ca un zahăr pe care o elimină acarienii. „Vezi, oriunde există o sursă de hrană, există şi o formă de viaţă care s-o găsească“, a conchis el.

Această poveste aparent banală e remarcabilă sub mai multe aspecte.

În primul rând, tatăl i-a insuflat lui Feynman plăcerea de a observa şi a se mira. „Caut mereu ca un copil minunile pe care ştiu că le voi găsi – poate nu de fiecare dată, ci doar din când în când“, spunea Feynman. Apoi, tatăl i-a trezit curiozitatea specific-perceptivă arătându-i un fenomen ciudat – păsările care-şi ciugulesc penele – şi punându-i o întrebare despre asta. În mintea lui Feynman a apărut o lacună în informaţie care părea greu de umplut – un mod sigur de a stimula curiozitatea. La fel, un copil care poate numi 42 de state ale Americii e mai probabil să fie interesat să le înveţe şi pe celelalte decât un copil care ştie doar 5 state. În al treilea rând, tatăl nu i-a dat răspunsul imediat, ci i-a încurajat curiozitatea epistemică propunându-i un test pentru explicaţia propusă de Feynman. Să ne amintim de acele experimente care au demonstrat că atunci când teoriile tale se dovedesc a fi false e mai probabil să ţii minte interpretarea corectă (ba chiar şi memoria întâmplătoare e sporită). În fine, tatăl i-a dat un răspuns despre care Feynman ştia pesemne de pe atunci că nu era corect în toate detaliile lui – păsările îşi ciugulesc penajul ca să îndepărteze praful şi paraziţii, să-şi alinieze penele în poziţia optimă şi să distribuie grăsimea secretată de o glandă –, dar era corect în principiu. Tatăl a folosit exemplul comun al păsărilor care-şi ciugulesc penele ca să-l facă să întrezărească tabloul mult mai vast al vieţii, cu procesele ei şi dependenţa de resursele de hrană, încurajând din nou dezvoltarea curiozităţii epistemice.

Povestea lui Feynman conţine aşadar mai multe indicii importante despre ce putem face pentru a hrăni curiozitatea noastră şi a altora. În primul rând, e important să ne păstrăm capacitatea de a ne lăsa surprinşi şi de a-i surprinde pe alţii. Aşa cum exerciţiul fizic menţine sănătatea articulaţiilor şi muşchilor, păstrarea capacităţii de a surprinde şi de a fi surprins e o condiţie a antrenării curiozităţii perceptive. Cum se poate face? O modalitate e aceea de ne interesa cu adevărat, de câteva ori pe săptămână, de cel puţin una dintre numeroasele persoane, fapte, evenimente sau fenomene pe care le întâlnim zilnic – de pildă, să citim despre cauzele ramificării fulgerelor într-o furtună, să-i întrebăm pe colegi despre hobby-urile lor, să examinăm o nouă aplicaţie a telefonului inteligent, să urmărim o postare sau să încercăm să înţelegem comportamentul bursei. (Mult succes la aceasta din urmă!) N-are importanţă ce obiect ne stimulează, câtă vreme rămânem

preocupați. Apoi, ar trebui să-i putem surprinde pe alții (şi pe noi înşine) făcând ceva neașteptat[27] – de pildă, în vestimentație, în rețelele de socializare sau schimbându-ne obiceiurile. Generarea proactivă a curiozităţii perceptive la ceilalţi pare s-o întărească pe a ta. Oamenilor curioşi le place să se expună la noi senzaţii şi să trăiască noi stări de spirit. Mai multe studii au arătat că motivaţia provenind din perceperea valorii informaţiei e sporită de curiozitate.[28] Un studiu publicat în 2004 sugerează că indivizii curioşi sunt atraşi de indivizi la fel de curioşi, dincolo de efectele altor trăsături comune.[29]

Nu-i de mirare că de la Leonardo putem învăţa o strategie pentru stimularea curiozităţii: să notăm acele lucruri care ne atrag atenţia sau pe care am vrea să le explorăm. Asta nu înseamnă să consemnăm obsesiv totul, aşa cum a făcut-o Leonardo, dar ar trebui măcar să înregistrăm acele fenomene sau evenimente care ies în evidenţă. Examinarea ulterioară a acestor note adunate ar putea dezvălui o temă sau un tipar subiacente care să ne incite curiozitatea epistemică şi să ne conducă spre un studiu mai aprofundat care să ne ofere plăcerea de a afla.

Experimentele neuroştiinţifice şi psihologice prezentate în capitolele 4–6 (şi povestea lui Feynman despre păsări) sugerează un alt mod de a cultiva curiozitatea, mai ales la copii şi elevi. Educatorii ar trebui să pună frecvent întrebări, fără să dea însă imediat răspunsurile corecte. Ar trebui să-i încurajeze pe elevi să răspundă ei înşişi, iar apoi să se gândească la un mijloc de a testa corectitudinea răspunsurilor. Cu alte cuvinte, scopul este de a antrena mereu muşchii curiozităţii lor epistemice şi de a le spori dexteritatea intelectuală.

De asemenea, librăriile şi bibliotecile oferă bune prilejuri de a exersa curiozitatea difuză pozitivă. Alături de cartea care te interesează se află întotdeauna alte cărţi care te-ar putea şi ele interesa. O altă variantă e să explorezi pe internet subiecte care apar în cursul unei căutări. N-ar trebui să rataţi urmărirea (măcar din când în când) a unor asemenea asociații, fiindcă răsplata poate fi surprinzătoare.

Din interviul cu Martin Rees s-a desprins o strategie importantă pentru rafinarea curiozităţii la elevi: să urmărești preocupările pe care ei le au deja, și să te folosești de entuziasmul generat în procesul predării. Dacă elevii vor să afle despre dinozauri, începe cu dinozaurii. După cum au arătat experimentele prezentate în capitolul 6, curiozitatea ne

aduce creierul într-o stare în care absoarbe totul din vecinătatea obiectului curiozităţii. „Arta de a preda e pur și simplu arta de a trezi curiozitatea naturală în minţile tinere, cu scopul de a o satisface mai apoi“, scria poetul francez Anatole France.

Ceva ce mi s-a întâmplat mie personal poate ajuta la ilustrarea acestei idei. Când fiica mea cea mică era în gimnaziu, elevilor li s-a cerut să aleagă şi să efectueze un proiect ştiinţific. Procesul e cunoscut tuturor celor care au avut copii în gimnaziu. Aceste teme e de presupus că activează curiozitatea epistemică, dar adesea sfârşesc prin a deveni sarcini plictisitoare, pentru părinţi. Când fiica mea m-a rugat să-i sugerez un subiect, i-am dat ideea să măsoare acceleraţia în căderea liberă, folosind diferite metode (pendul, plan înclinat, lansarea unui obiect de pe acoperiş). Mi-a răspuns imediat că toate experimentele astea sunt plictisitoare şi o să se gândească ea la un subiect.

După câteva zile mi-a spus că ar interesa-o să testeze care ruj de buze rezistă la cel mai mare număr de săruturi. Am rămas surprins, pentru că fiica mea nu folosise niciodată rujuri de buze, şi nici nu dăduse de înțeles că ar interesa-o, dar ea mi-a explicat că voia de fapt să testeze dacă erau adevărate afirmațiile din reclame. Pe vremea aceea o companie declara că rujul ei de buze se eroda cel mai puțin după săruturi, iar fiică-mea voia să verifice. Nu prea îmi dădeam seama cum se putea face experimentul, dar ea avea deja o idee: să se rujeze și să sărute o foaie subțire de hârtie în zece locuri; trebuia să cântărim foaia de hârtie înainte şi după săruturi, pentru a determina greutatea rujului lipit de hârtie. Urma să repetăm procesul pentru zece mărci de ruj.

Începuse să arate ca un adevărat experiment ştiinţific, dar trebuia să găsim o balanţă analitică suficient de sensibilă pentru a cântări foile de hârtie cu precizia necesară. Ne-a venit în ajutor soţia mea, care e microbiolog – avea în laboratorul ei exact balanţa porivită. De fapt, soţia mea a propus un al doilea test, independent. Avea un instrument care putea măsura opacitatea sau adâncimea optică (numită în biologie „densitate optică“) a unor folii de plastic transparente. Cu alte cuvinte, aparatul putea determina cât de mult din intensitatea fasciculului de lumină e atenuat la trecerea prin folie. Ideea era ca fiica mea să-și lipească buzele date cu rujuri diferite de o asemenea folie transparentă, iar măsurătorile de densitate optică să determine, pe o cale independentă, care ruj e cel mai puțin erodat. Nu cred că e nevoie de o

mai bună dovadă pentru faptul că, doar cu puţin ajutor, urmărind întrebări care pe copii chiar îi interesază, se poate ajunge la explorări serioase. Dacă sunteţi curioşi, s-a dovedit că afirmaţia acelei companii cosmetice era adevărată. Iar fiica mea a câştigat premiul întâi la concursul de ştiinţă.

---

9. Sfântul Augustin, *Confesiuni*, trad. Eugen Munteanu, Humanitas, Bucureşti, 2018 (n. red.).

10. René Descartes, *Reguli de îndrumare a minții: Meditații despre filozofia primă*, trad. Constantin Noica, Humanitas, Bucureşti, 2004 (n. red.).

11. René Descartes, *Pasiunile sufletului*, trad. Dan Răutu, Editura Științifică și Enciclopedică, Bucureşti, 1984 (n. red.).

Epilog

În 1870, Mark Twain a publicat o nuvelă intitulată mai târziu *Poveste cavalerească medievală*, a cărei acţiune se petrece în anul 1222.[1] Povestea spune că intrigantul Klugenstein e hotărât să obţină succesiunea de la fratele său, ducele de Brandenburg. Tatăl lor lăsase cu limbă de moarte că succesiunea va aparţine unui moştenitor de sex bărbătesc sau, dacă nu există nici unul, fiicei lui Brandenburg, cu condiţia ca ea să aibă o reputaţie ireproşabilă. Pentru a-şi atinge scopul mârşav, Klugenstein îşi creşte fata ca şi cum ar fi fiul său pe nume Conrad. În plus, pentru a se asigura că fiica lui Brandenburg, Constance, nu va fi moştenitoare, trimite un nobil frumos şi viclean, contele Detzin, s-o seducă, iar astfel s-o compromită.

Când starea de sănătate a lui Brandenburg începe să se deterioreze, tânărul Conrad e chemat să-şi asume îndatoririle de eventual moştenitor. Klugenstein îl avertizează pe Conrad că o lege strictă spune că dacă o femeie moştenitoare se aşază fie şi pentru o clipă pe tronul ducal înainte de a fi încoronată, va fi pedepsită cu moartea.

Povestea se complică: la câteva luni de când Conrad îşi juca rolul de moştenitor, Constance se îndrăgosteşte de „el“. Cum Conrad nu răspunde la sentimentele ei, dragostea deznădăjduitei Constance se transformă într-o ură înverşunată. Pentru a înrăutăţi şi mai mult lucrurile, Constance, care fusese într-adevăr sedusă în taină de contele Detzin, trimisul lui Klugenstein, naşte un copil. Detzin plecase de mult din ducat.

Începe un proces împotriva Constancei, iar Conrad, în ciuda ezitărilor, trebuie să se aşeze pe tronul ducal şi să acţioneze ca duce şi judecător, chiar dacă „el“ nu apucase să fie încoronat. Din această poziţie i se adresează solemn Constancei: „Străvechea lege a pământului spune că, dacă nu-l numeşti şi nu-l predai pe partenerul păcatului tău pentru a fi executat, trebuie să mori. Foloseşte-te de prilejul care ţi se oferă – salvează-te cât încă mai poţi. Numeşte-l pe tatăl copilului tău.“ Iar atunci primeşte lovitura cumplită. Cu ochii

încărcați de ură, Constance arată spre Conrad şi strigă: „Tu eşti acela!“

Tânărul judecător e prins în capcană, aparent fără ieşire. Să-şi dezvăluie sexul, pentru a respinge acuzaţiile Constancei, ar însemna moartea, pentru că s-a aşezat pe tron. Să nu-şi dezvăluie sexul ar însemna iarăşi moartea, pentru seducerea verişoarei. Cum se poate ieşi din acest impas?

Perfect conştient de curiozitatea tot mai mare a cititorilor săi, isteţul Twain străluceşte cu adevărat. El intervine în text pentru a recunoaşte că nu ştie cum să descurce situaţia! Se hotărăşte pur şi simplu să-şi lase cititorii într-o permanentă incertitudine, un gol de informaţie niciodată umplut. „Adevărul este“, scrie Twain, „că mi-am vârât eroul (sau eroina) într-un bucluc atât de fără ieşire, încât chiar nu-mi dau seama cum am să-l (sau s-o) scot cu bine din el vreodată, aşa că mă spăl pe mâini de toată tărăşenia şi las personajul cu pricina să se descurce de capul lui cum va putea mai bine – iar dacă nu va fi în stare, n-are decât să rămână încurcat.“

Există vreo cale de a-l salva pe Conrad de eşafod? Deşi Twain n-a găsit nici una şi i-a lăsat pe cititori să-şi stăpânească nemulţumirea pe cât se pricep, cred că există totuşi o speranţă pentru Conrad. Voi dezvălui finalul meu înainte de a încheia acest epilog.

Povestirea lui Twain demonstrează puterea curiozităţii într-un mod foarte simplu, dar eficient.[2] Rămânem tulburaţi de absenţa deznodământului. Jurnalistul şi scriitorul Tom Wolfe face o scamatorie asemănătoare în romanul său de succes *A Man in Full*.[3] El scrie despre un cuplu care s-a cazat la un motel. Apoi, „ea a scos ceşcuţa din geantă şi au făcut lucrul acela cu ceşcuţa[4], ceva de care el nu mai auzise niciodată“. Mulţi cititori au încercat fără succes să ghicească despre ce practică sexuală putea fi vorba. Unii chiar i-au trimis lui Wolfe sugestiile lor. Când a fost întrebat, Wolfe a recunoscut că pur şi simplu a născocit o frază care să-i dea cititorului impresia unei perversiuni de nedezvăluit, fără să aibă însă ceva anume în minte.

Alţi scriitori folosesc combinaţii complexe pentru a stimula ceva asemănător curiozităţii epistemice, o dorinţă de a analiza în continuare pentru a ajunge la o înţelegere mai profundă. Un exemplu minunat e piesa enigmatică a lui Samuel Beckett *Aşteptându-l pe Godot.* În această piesă absurdă, doi bărbaţi în vârstă aşteaptă să apară cineva numit Godot, dar el nu vine. Piesa a stârnit o mulţime de interpretări[5],

de la cele de ordin spiritual (nevoia de mântuire a omenirii) la cele marxiste (îmbrăţişarea valorilor socialiste în locul alienării capitaliste). Alţii cred că drama reflectă experienţa lui Beckett din timpul celui de-al Doilea Război Mondial în Rezistenţa Franceză. Beckett însă pare să fi vrut să-şi lase publicul dezorientat şi curios. „Marele succes al piesei *Aşteptându-l pe Godot*“, spunea el, „a izvorât dintr-o neînţelegere: critica şi publicul deopotrivă s-au chinuit să interpreteze în termeni alegorici sau simbolici o piesă care urmărea cu orice preţ să evite definirea.“ În mod asemănător, la sfârşitul secolului XIX, în Anglia, când o prelegere intitulată „Arta ficţiunii“ ţinută la Royal Institution de romancierul Walter Besant a stârnit mult interes, Henry James observa: „Este dovada faptului că oamenii sunt vii și curioși – curiozitate a romancierilor şi a cititorilor.“[6] Și adăuga: „Arta se bazează pe discuţii, experiment, curiozitate, diverse încercări, schimb de opinii şi compararea perspectivelor.“

Curiozitatea a cunoscut o remarcabilă reevaluare, de la condamnarea ei drept viciu în Evul Mediu la proclamarea drept virtute în epoca modernă.[7] Dar este ea oare cu desăvârşire bună şi dezirabilă din perspectivă morală? Există, de pildă, un tip bizar de curiozitate, aparent inexplicabil: curiozitatea *morbidă*.[8] De ce ar stârni o atracţie fascinantă scene de distrugere, violenţă, mutilare şi ucidere? Există trei posibile explicaţii psihologice (ceea ce sugerează că motivul real nu e pe deplin înţeles).

O explicaţie, dată de psihiatrul elveţian Carl Jung, spune că toţi oamenii au o latură întunecată, chiar dacă e adânc îngropată în mintea lor sub straturi de moralitate.[9] Ca atare, poftele noastre macabre reprezintă încercarea de eliberare a tensiunii generate prin suprimarea constantă a acelor dorinţe interzise. A doua teorie sugerează că senzaţia de oroare care însoţeşte privirea nenorocirii altora e intens purificatoare, lăsându-l pe privitor mai liniştit odată ce experienţa s-a încheiat.[10] Această idee, cu care Kant era de acord, apare mai întâi la Aristotel, care credea că lacrimile aduc alinarea. A treia teorie e oarecum înrudită cu a doua. Conform ei, curiozitatea morbidă creează o empatie cu cei care suferă, ceea ce încurajează interacţiunea socială pozitivă. Cu alte cuvinte, curiozitatea morbidă reprezintă o parte a evoluţiei aşa-numitului creier social, care conduce la forme mai complexe de sociabilitate. Oricum ar sta lucrurile, simpla existenţă a curiozităţii

morbide demonstrează că ar trebui să fim cel puţin precauţi înainte de a îmbrăţişa curiozitatea sub toate formele ei de manifestare. Avertismentul vizează şi faptul demonstrat că ştirile negative de la televizor atrag publicul mult mai mult decât cele pozitive.[11]

Care sunt activităţile legate de curiozitate care ne îngrijorează astăzi? Supravegherea guvernamentală a cetăţenilor, precum cea desfăşurată de Agenţia Naţională de Securitate (NSA) şi dezvăluită de Edward Snowden, este fără îndoială îngrijorătoare, dar nu e singura.[12] Tehnologia a creat multe versiuni moderne ale străvechiului obicei de a trage cu urechea [*eavesdropping*]. (În paranteză fie spus, termenul *eavesdropping* se referea iniţial la oamenii care ascundeau sub streaşină [*eaves*] pentru a asculta conversaţiile din casă. E interesant că în Regatul Unit vetusta lege împotriva *eavesdropping* a fost abolită abia în 1967.) „A trage cu urechea“ înseamnă azi, între altele, înregistrarea convorbirilor prin microfon, *hacking*-ul poştei electronice, al mesajelor şi al altor forme de comunicare privată. Toate aceste invadări ale spaţiului personal sunt ilegale, dacă nu sunt aprobate prin ordin judecătoresc. Acumularea semiclandestină de către companii gigant precum Google, Facebook şi Amazon a informaţiilor legate de comportamentul de cumpărători, nevoile medicale, preocupările noastre şi literatura pe care o citim, precum şi a datelor pe care le considerăm personale, ba chiar intime, e o formă de curiozitate care îi face pe mulţi să se încrunte, deşi companiile au negat că NSA ar avea acces la serverele lor. La fel, hărţuirea celebrităţilor de către paparazzi a fost subiectul a numeroase procese şi scandaluri. Chiar şi anumite tipuri de cercetare ştiinţifică, în special cele implicând subiecţi umani sau intervenţii genetice, sunt considerate imorale.

Curiozitatea are conotaţii duble: bună şi rea, legitimă şi ilegitimă, lăudabilă şi controversată. În această carte am vorbit despre curiozitatea bună, virtuoasă, motorul evoluţiei intelectuale. Este curiozitatea care călăuzeşte educaţia, explorarea şi tot ce e incitant în viaţa noastră. Trebuie totuşi să fim pe deplin conştienţi de aspectele negative ale curiozităţii, mai ales când ţinta ei suntem noi.

Mai e o problemă la care trebuie să reflectăm. Odată cu apariţia motoarelor rapide de căutare, cu dezvoltarea Wikipediei şi cu accesul la informaţie, aflată la propriu în vârful degetelor noastre, există oare pericolul ca misterul să se piardă, iar curiozitatea (de tipul bun) să scadă

sau chiar să se stingă? Oare YouTube, Twitter şi Wikipedia erodează capacitatea noastră de a ne mira? Aceasta a fost, cel puţin parţial, opinia exprimată într-un articol intitulat „Instruiţi-vă bine copiii: Desprindeţi-i din cârligul tehnologiei“, apărut pe 1 ianuarie 2016 în *Wall Street Journal*. Asemenea îngrijorări sunt exprimate în programul de educaţie Waldorf, bazat pe ideile filozofului austriac Rudolf Steiner. Această pedagogie pune accentul pe rolul imaginaţiei şi al experimentelor practice în procesul de învăţare. În consecinţă, şcolile Waldorf nu introduc tehnologia computerelor înaintea vârstei de zece ani. Trebuie să spun însă că mă interesează aici doar efectele tehnologiei informaţiei şi comunicării asupra curiozităţii, nu asupra experienţei educaţionale în general.

După ce am văzut argumentele ambelor tabere în această problemă, am cerut opinia cercetătorului cognitivist Jacqueline Gottlieb. „Este o armă cu două tăișuri“, mi-a spus într-o conversaţie pe skype. „De pildă, eu sunt o persoană foarte curioasă care caută informaţii, aşa că folosesc internetul ca pe un instrument, şi îl găsesc extrem de util.“ Deşi sunt de aceeaşi părere, am jucat rolul oponentului: „Da, dar ai crescut fără aceste instrumente, deci poate că avuseseşi deja ocazia să devii curioasă.“ „Probabil“, a răspuns Gottlieb, „însă curiozitatea vine în primul rând dinăuntrul creierului – cât de motivat eşti să înveţi şi felul în care înveţi. Dacă ai o curiozitate puternică venind dinăuntru, internetul n-o va schimba. Poate că internetul va conta pentru cei care nu sunt intrinsec prea curioși.“ După o scurtă pauză, a continuat: „Dacă şcolile îşi vor motiva elevii să înveţe, curiozitatea lor nu cred că va fi influenţată negativ de internet.“

Cred că acest subiect va continua să-i preocupe pe educatori şi psihologi în anii următori (sau în deceniile următoare). De asemenea, odată cu creşterea importanței inteligenţei artificiale (vezi, de pildă, interviul meu cu Martin Rees din capitolul 8), discuţia s-ar putea îndrepta în cu totul altă direcţie. Indiferent însă de efectele internetului asupra curiozităţii în general, acesta nu poate opri curiozitatea epistemică, motorul progresului ştiinţific. Ştiinţa e propulsată de curiozitatea faţă de întrebări la care nu cunoaştem răspunsul, tocmai întrebările la care nu poți găsi răspuns pe internet.

N-am uitat de *Povestea cavalerească medievală* a lui Mark Twain. Vă amintesc că protagonista se află într-un impas: pentru a scăpa de

acuzaţia că e tatăl copilului Constancei, trebuie să dezvăluie că e femeie, condamnându-se astfel la moarte pentru că a stat pe tronul ducal. Cum propun eu s-o salvez? Iată soluţia mea: Klugenstein nu putea conta pe faptul că Constance va rămâne însărcinată atunci când l-a trimis pe Detzin s-o seducă. Nici nu putea conta pe Detzin că va mărturisi că a sedus-o, fiindcă astfel Detzin şi-ar fi pecetluit soarta. Pentru ca planul său diabolic de a compromite reputaţia lui Constance să funcţioneze, Klugenstein trebuia să se asigure că cineva din palatul ducal (poate o servitoare sau un soldat) va fi în taină martor la seducţie şi va fi dispus să depună mărturie. Acest martor l-ar putea salva pe tânărul Conrad, care n-ar mai fi nevoit să dezvăluie că e femeie.

Cred că toată lumea va fi de acord că dacă Twain şi-ar fi încheiat *Povestea cavalerească medievală* cu acest deznodământ, povestea ar fi pierdut din farmec (în ciuda finalului fericit). Nesatisfăcându-ne curiozitatea, Twain a obţinut un efect memorabil.

În secolul XVII, avocatul şi matematicianul Pierre de Fermat a reuşit o performanţă şi mai spectaculoasă atunci când a scris pe marginea unei pagini din *Aritmetica*: „Am descoperit o demonstraţie cu adevărat remarcabilă, care însă nu încape pe marginea acestei pagini.“[13] Demonstrația pe care Fermat cu siguranţă n-o avea se presupunea a fi pentru ceea ce s-a numit „Ultima teoremă a lui Fermat“ – cea mai celebră teoremă din teoria numerelor. Bizara însemnare a făcut ca multe generaţii de matematicieni mânați de curiozitate să caute fără succes demonstraţia. Aceasta a fost în cele din urmă găsită de matematicianul englez Andrew Wiles, iar cele două articole care prezentau demonstrația (unul din ele avându-l coautor pe matematicianul Richard Taylor) au fost publicate în 1995. Curiozitatea stârnită de însemnarea lui Fermat a alimentat o căutare matematică durând 358 de ani.

Sper că am reuşit să arăt cât de mult are de câştigat un om curios. Abandonând dogmatismul pretinsei cunoaşteri din Evul Mediu şi înlocuindu-l cu curiozitatea, am ajuns la un nou mod de viaţă. Se spune despre curiozitate că e contagioasă. Dacă aşa stau lucrurile, atunci sfatul meu este: *S-o transformăm într-o epidemie*. „Ignoranţa care orbeşte ne conduce pe căi greşite. O, sărmani muritori, deschideţi ochii!“ spunea Leonardo cu cinci secole în urmă.

Note

CAPITOLUL 1

1. Povestirea a fost publicată pentru prima dată în *Vogue*, pe 6 decembrie 1894, sub titlul *The Dream of an Hour*, Chopin 1894.
2. În „Valentine's Day", unul dintre eseurile din seria *Essays of Elia*, care a apărut în *London Magazine* între 1820 şi 1825.
3. Bateson 1973; McEvoy şi Plant, 2014.
4. LeDoux prezintă multe dintre rezultatele sale privind teama şi surprinderea în două cărţi de popularizare, LeDoux 1998, 2015.
5. Berlyne a publicat câteva articole fundamentale (Berlyne 1950, 1954a, b, 1978) şi o carte importantă (Berlyne 1960).
6. În *Leviathan*, Hobbes scria: „*Dorinţa* de a cunoaşte «de ce» şi «cum» este *curiozitate*, care nu se găseşte în nici o altă creatură vie în afară de *om*; prin urmare, omul se deosebeşte de alte *animale* nu doar prin raţiunea sa, dar şi prin această pasiune unică, [animalele] fiind scutite de grija pentru cunoaşterea cauzelor datorită predominanţei apetitului pentru mâncare şi pentru alte plăceri ale simţurilor. Această curiozitate este o concupiscenţă a minţii, care – prin stăruinţa unei voluptăţi în generarea continuă şi neobosită a cunoaşterii – depăşeşte scurta impetuozitate a plăcerii carnale." Hobbes 1651, partea 1, cap. 6, p. 26.
7. Scrisoare a lui Einstein către Carl Seelig, 11 martie 1952. Arhiva Einstein de la Universitatea Ebraică, 39–013. Seelig a fost un jurnalist şi scriitor elveţian care a publicat o biografie a lui Einstein (*Albert Einstein und die Schweiz*) în 1952.
8. Zuckerman 1984; Zuckerman şi Litle 1985.
9. Un om de ştiinţă britanic pe nume George Parker Bidder a auncat peste 1 000 de asemenea sticle în mare pentru a studia curenţii oceanici. Una dintre sticle a fost găsită abia după 108 ani. Vezi povestea pe www.cnn .com /2015/08 /25 /europe /uk-germany-message-in-a-bottle /.
10. Comisia Fulbright i-a oferit lui Shevlin o bursă de studii în Irlanda (www.nytimes.com /2011 /10 /23 /nyregion /character-study-ed-shevlin.html).
11. Pentru o prezentare a evenimentului, douăzeci de ani mai târziu, vezi Levy 2014.
12. Pictura a inspirat chiar şi un roman, Siegal 2014.

13. Biederman şi Vessel 2006.
14. Acest citat este din „Filozoful mascat“, un interviu cu Christian Delacampagne din 6 aprilie 1980 în *Le Monde*. Foucault a optat pentru masca anonimatului ca să nu influenţeze cititorii prin „numele“ său. Interviul a apărut în Foucault 1997, unde s-au făcut unele corecturi ale traducerii iniţiale.
15. În Clark 1969, p.135.
16. „The Feynman Series – Curiosity“, interviu cu Feynman, https: / /www.youtube .com /watch?v=ImTmGLxPVyM.
17. O constatare asemănătoare a fost făcută de Fritjof Capra în excelenta sa carte *Learning form Leonardo* (Capra 2013, p.1).
18. O discuţie bazată pe aproape o sută de interviuri, în Csikszentmihalyi 1996.
19. Puteţi vedea întreaga succesiune de imagini ale consecinţelor impactului primului fragment pe hubblesite.org /newscenter /archive /releases /1994 /image /a /format /web print /.

CAPITOLUL 2

1. Vasari 1986, p 91.
2. Leoardo a explimat această idee de mai multe ori, puţin diferit. De pildă, în MS. E, folio 552, scrie: „Vreau să citez înainte de toate experienţa.“ Citatul apare şi în Nuland 2000.
3. În Richter 1970; poate fi găsit şi online pe https / /en.wikisource.org /wiki /The Notebooks of Leonardo Da Vinci. Vezi şi MacCurdy 1958.
4. Vasari 1986, p. 91.
5. Cărţile sunt enumerate în Reti 1972. Iniţial, lista a apărut în 1968 în *Burlington Magazine* de la Londra.
6. Giovio, 1970.
7. Vasari (1986, p.116) ne spune că Papa Leon X i-a comandat o anumită lucrare lui Leonardo, care „s-a apucat imediat să distileze uleiuri şi ierburi, pentru a face lacurile de vernisare“, ceea ce l-a nemulţumit pe Papă.
8. Citatul complet este: „Pentru a-ţi desăvârşi mintea, studiază ştiinţa artei; studiază arta ştiinţei; învaţă să vezi; înţelege că fiecare lucru se leagă de toate celelalte.“
9. Pictura se află în refectoriul bisericii Santa Maria delle Grazie din Milano. O minunată descriere a elementelor ei se poate găsi în Keele 1983, p. 24. Cărţi dedicate *Cinei cea de taină*: Barcilon şi Marani 2001; King 2012.
10. Leonardo a păstrat tabloul până când a murit. Una dintre cele mai bune reproduceri tipărite se găseşte în Zöllner 2007. O frumoasă prezentare a acestui tablou se poate găsi în Clark 1960.

11. Acest titlu a fost preluat din poemul *Tam O'Shanter* al lui Robert Burns (1759–1796).
12. *Dictionary of Scientific Biography* din 2008 conţine excelente analize ale lui Kenneth Keele, Ladislao Reti, Marshall Clagett, Augusto Marinoni şi Cecil Schneer despre studiile lui Leonardo de anatomie şi fiziologie, tehnologie şi inginerie, mecanică, matematică şi geologie. Gillispie 2008. Prezentări detaliate se află de asemenea în Kemp 2006; Keele 1983; Galluzzi 2006; Capra 2013; şi White 2000. Studiile lui Leonardo asupra creierului sunt minunat descrise de Pevsner 2014.
13. O descriere detaliată poate fi găsită în Hart 1961 şi în articolul lui Kenneth Keele din Gillespie 2008.
14. O colecţie frumoasă se găseşte în Bambach 2003.
15. MacCurdy 1958; Richter 1952.
16. Galilei 1960.
17. În Nunberg 1961, p. 9.
18. O bună descriere se găseşte în Ackerman 1969, p. 205.
19. În *Syracuse Post Standard* a apărut o versiune a acestei expresii într-un articol din 28 martie 1911. Articolul îl cita pe Arthur Brisbane, redactorul-şef al ziarului, care într-o conversaţie a spus: „Foloseşte o imagine. Face cât o mie de cuvinte."
20. MacCurdy 1958, p. 100.
21. Câteva dintre cărţile lui importante sunt Pedretti 1957, 1964 şi 2005. Este de asemenea coeditor al ediţiei de facsimile ale desenelor lui Leonardo din Colecţia Windsor, Clark şi Pedretti 1968.
22. În *Tratat despre pictură*, para. 55. Vezi şi Keele 1983, p. 131 pentru o discuţie asupra metodelor ştiinţifice ale lui Leonardo.
23. Windsor Castle, Royal Library, RL 12579r. Excelent reproduse în Zöllner 2007, p. 525. Discutate în Gombrich 1969, p. 171.
24. Minunate reproduceri detaliate se găsesc în Zöllner 2007. Tabloul se află la Galeria Naţională de Artă din Washington.
25. De exemplu, în *Tratat despre pictură*, para. 15.
26. O discuţie excelentă în articolul lui Keeke din Gillispie 2008, p. 193.
27. Manuscrisul Ashburnham 2038, fol. 6b, Paris, Institut de France.
28. Leonardo discută despre acestea în legătură cu multe subiecte, de la funcţionarea inimii umane şi zborul păsărilor până la curgerea apei şi diferite maşinării. De exemplu, în *Madrid Codex I*, 128v. O discuţie excelentă poate fi găsită în Keele 1983, capitolul 4. Leonardo scrie şi despre gravitaţie: „Puterea oricărei gravitaţii se întinde spre centrul lumii." În *Codex Atlanticus*, fol. 246r-a.
29. În Kemp 2006.

30. Pentru o analiză a studiilor lui Leonardo legate de geometria curbelor, vezi Wills 1985.
31. *Windsor Collection*, fol. 19118v, în MacCurdy 1958, p. 85.
32. Leonardo 1996, pagina 3B /folio 34r.
33. În *Codex Atlanticus*, fol. 281v-a.
34. McMurrich 1930.
35. Acest titlu este luat din poemul *Now Sleeps the Crimson Petal* de Tennyson (1809–1892).
36. O descriere detaliată şi o analiză atentă a studiilor lui Leonardo despre inimă se găsesc în Keele 1952.
37. Zeldin 1994, p. 194.
38. Leonardo a ataşat un sac reprezentând ventriculul la un tub de sticlă şi a presat sacul aşa încât apa să treacă prin valva aortică.
39. Leonardo credea, în mod greşit, că impulsul bătăii cardiace se pierdea complet la extremităţile membrelor, astfel încât n-a înţeles circulaţia sângelui.
40. O excelentă descriere a eforturilor lui Leonardo se află în Zubov 1968.
41. Titlul este luat din poemul *The Excursion* de Wordsworth (1770–1850).
42. *Codex Atlanticus*, 154 r.c. Există şi o traducere oarecum diferită a acestui text (MacCurdy 1958, p. 64).
43. *Codex Forster*, II, fol. 92v.
44. Richter 1883, vol. 2, p. 395.
45. Schilpp 1949, „Note autobiografice“.
46. Csikszentmihalyi 1996, capitolul 3.
47. De exemplu, Freud 1916; Farrell 1966. O acuzaţie anonimă de homosexualitate i-a fost adusă lui Leonardo în 1476, dar a fost în cele din urmă respinsă.
48. Caracteristicile majore ale ADHD sunt descrise la www.russellbarkley.org /factsheets /adhd-facts.pdf. Vezi de asemenea *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM–5)*, 2013, American Psychiatric Association.
49. Intervievată de autor pe 7 octombrie 2014.
50. Intervievat de autor pe 30 octombrie 2014. Problema „persoanei foarte inteligente“ e discutată de Jung (2014).
51. De exemplu, Wood et al. 2011; Instanes et al. 2013.
52. Vezi, de exemplu, Paloyelis et al. 2010, 2012; Lynn et al. 2005.
53. Collins 1997.
54. Kac 1985, p. xxv.

CAPITOLUL 3

1. Feynman 1988, p. 55.
2. De exemplu, experimentele descrise în Lange et al. 1995; Riesen şi Schnider 2001.
3. Flexagoanele au fost descoperite de matematicianul britanic Arthur Harold Stone pe când era student la Princeton în 1939. Împreună cu studenţii masteranzi Bryant Tuckerman şi Richard Feynman şi cu asistentul lor la matematică John Tukey, a constituit „Princeton Flexagon Committee."
4. A făcut cercetări de pionierat în calculul cuantic (e.g., Feynman 1985a).
5. Relatare în Zorthian, J. H., „Amândoi l-am admirat pe Leonardo", în Feynman 1995a, p. 49.
6. În Feynman 1985, p. 261.
7. În *Codex Forster* III 44v. Leonardo a făcut o afirmaţie chiar mai puternică: „Pictorul se confruntă şi rivalizează cu natura." Mac-Curdy 1958, p. 913.
8. Citat din fiziologul francez Claude Bernard (1813–1878) în *Bulletin of New York Academy of Medicine*, vol. 4 (1928), p. 997.
9. În Feynman 1985, p. 263.
10. În Feynman et al. 1964, vol. 1, „Raportul fizicii cu celelalte ştiinţe". Disponibil online la feynmanlectures.caltech.edu.
11. Citatul este din *Lamia*. Poemul a fost scris în 1819 şi publicat în 1820. Poare fi găsit online pe www.bartleby .com /126/37.html.
12. În însemnările lui Blake despre gravura *Laocoön*. Textul poate fi găsit online pe www.betatesters .com /penn /laocoon.htm.
13. În Feynman et al. 1964, vol. 1, „Raportul fizicii cu celelalte ştiinţe".
14. Apare şi în Feynman 1995a, p. 27.
15. Zorthian în Sykes 1994, p. 104. Se spune că Feynman era afemeiat şi, poate, uneori chiar misogin. Arhivarul Judith Goodstein de la Caltech şi fizicianul David Goodstein au sugerat că femeile ar trebui incluse între domeniile de interes ale lui Feynman. Dacă e adevărat, e reprobabil, însă acest capitol nu se doreşte a fi o biografie cuprinzătoare a lui Feynman, ci vrea să demonstreze că a fost unul dintre cei mai curioşi oameni care au existat vreodată. Un excelent articol despre acele presupuse aspecte condamnabile ale personalităţii sale se găseşte în Lipman 1999.
16. Conversaţie cu autorul pe 3 noiembrie 2014.
17. Kathleen McAlpine-Myers în Sykes 1994, p. 110.
18. Galluzzi a susţinut conferinţa intitulată „The Shadow of Light: Leonardo's Mind by Candlelight" pe 30 martie 2011 la Academia Italiană din New York. Conferinţa se găseşte online pe italianacademy.columbia.edu /event /shadow-light-leonardos-mind-by-candlelight.
19. Feynman a prezentat aceste diagrame într-o mică întrunire ştiinţifică din primăvara lui 1948. Povestea diagramelor şi a utilizării lor în fizică este

excelent prezentată în Kaiser 2005. Pentru o descriere intuitivă a legăturii dintre fizică şi frumuseţea ideilor despre natură, vezi Wilczek 2015. Vezi de asemenea Feynman 1985b.

20. Cea mai precisă măsurătoare a momentului magnetic al electronului se găseşte în Hanneke et al. 2008. Pentru o scurtă discuţie a rezultatelor, vezi gabrielse.physics.harvard.edu /gabrielse /resume.html.
21. În Gleick 1992, p. 244.
22. Rezumat în Feynman et al. 1964, vol. 1, lecţia 3.
23. Este interesant că o idee introdusă de Feynman pentru calculul cuantic (*Feynman gate*) e realizată acum integrând ADN-ul cu oxidul de grafen (e.g., Zhou et al. 2015).
24. Corespondenţa este reprodusă în Feynman 2005, pp. 245–248.
25. În Feynman 2001, p. 27. Feynman i-a atribuit această poveste lui Arthur Eddington. Eddington însă a fost burlac toată viaţa, ceea ce a condus la bănuiala că anecdota se referea la Houtermans.
26. Zorthian, citat, de exemplu, în William W. Coventry „A Brief History of Lives in Science“, online pe wcoven try0.tripod .com /id24.htm. Şi Gell-Mann bombănea că Feynman „consuma o grămadă de timp şi energie generând anecdote despre el însuşi“.
27. Citat în Gleick 1992, Epilog.
28. Conversaţie cu autorul pe 11 decembrie, 2014.
29. În conferinţa intitulată „Există la bază spaţiu din belşug“, ţinută pe 20 decembrie 1959 la întrunirea anuală a Societăţii Americane de Fizică. Conferinţa a fost publicată prima oară în *Engineering and Science*, 23:5 (februarie 1960), 22. Se găseşte online pe www.zyvex .com /nanotech /feynman.html. Feynman a oferit un alt premiu pentru un motor electric rotativ cu dimensiunea de 1/64 dintr-un inch cub. Premiul a fost câştigat de William McLellan.
30. Povestea lui e prezentată într-un articol intitulat „Tiny Tale Gets Grand“ în *Engineering & Science*, ianuarie 1986, p. 25.
31. Experimentul este prezentat în Tan et al. 2014.
32. Vezi şi ştirea din 2015 „Cea mai mică biblie din lume va încăpea pe vârful unui creion“ pe www.cnn .com /2015 /07 /06 /middleeast/israel-worlds-smallest-bible /.
33. În Sykes 1994, p. 253.
34. În Sykes, 1994, p. 254, este dată numai prima parte a frazei. O versiune uşor diferită a ultimelor cuvinte ale lui Feynman apare în Gleick 1992, p. 438: „Nu mi-ar plăcea să mor de două ori. E atât de plictisitor.“ Într-o conversaţie cu autorul, Joan Feynman a insistat că această ultimă versiune e cea corectă.

35. Citat în Clark 1975, p. 157.
36. În *Codex Atlanticus*, 252, r.a. Citatul se găseşte în MacCurdy 1958, p. 65.

CAPITOLUL 4

1. Silvia 2012.
2. Spielberger şi Starr 1994.
3. Dennett 1991, pp. 21–22.
4. Kidd şi Hayden 2015 oferă o trecere în revistă a unora dintre subiectele implicate în definirea curiozităţii.
5. Schulz a studiat felul în care reacţionează copiii foarte mici în asemenea situaţii. Vezi, de exemplu, Cook et al. 2011; Muentener et al. 2012; Bonawitz et al. 2011.
6. Vezi https: / /www.statista .com /statistics/398166 /us-instagram-user-age-distribution /.
7. Pe lângă cartea sa fundamentală (Berlyne 1960), Berlyne a scris şi o serie de articole importante. De exemplu, despre *interes* (1949), despre *noutate* (1950), despre *curiozitatea perceptivă* (1957) şi despre *complexitate şi noutate* (1958). Pentru un articol despre *curiozitatea specifică*, vezi Day 1971.
8. Un necrolog al lui Berlyne se găseşte în Konečni 1978. Vezi şi www.psych.utoronto.ca /users /furedy /daniel berlyne.htm.
9. În Day 1977.
10. Konečni 1978.
11. William James a fost un filozof care a pus bazele multor idei din secolul XX. Contribuţia sa în psihologie este rezumată în James 1890. Discutarea curiozităţii ştiinţifice se găseşte în volumul II. El face deosebirea dintre curiozitatea ştiinţifică şi amestecul emoţional de nerăbdare şi anxietate care e asociat explorării noutăţii. În termeni moderni, această distincţie ar corespunde diferenţei dintre curiozitatea epistemică şi, probabil, un amestec de curiozitate perceptivă şi difuză.
12. Articolul lui Loewenstein (1994) a inspirat mare parte din cercetarea modernă asupra curiozităţii.
13. Relaţia dintre cunoaştere şi curiozitate a fost anterior studiată de Jones 1979; Loewenstein et al. 1992.
14. Pentru cei cu înclinaţii matematice, incertitudinea e cuantificată prin entropie, care este dată de $-\Sigma_{i=1}^{n}\ pi\ \log_2 pi$, unde *pi* este probabilitatea rezultatului *i*.
15. De exemplu, Litman şi Jimerson 2004; Kang et al. 2009. Vezi şi Ryan 2000 despre trebuinţele umane.
16. Loewenstein 1994; Loewenstein et al. 1992; Eysenck 1979; Litman et al.

2005; Hart 1965.
17. Vezi, de exemplu, Silvia 2006.
18. Cititorul este condus de la o stare de mare incertitudine la una de incertitudine scăzută. Vezi Gottlieb et al. 2013.
19. Emberson et al. 2010.
20. O discuţie excelentă se găseşte în Gottlieb et al. 2013. În esenţă, e nevoie de adaptarea noii informaţii la imaginea lumii deja existentă. Vezi şi Beswick 1971.
21. Vezi, de exemplu, Litman 2005; Kashdan şi Silvia 2009, (capitolul 34); Spielberger şi Starr 1994.
22. Ainley 2007.
23. Wilson et al. 2005.
24. Keats a citat această expresie într-o scrisoare către fraţii săi din 21 decembrie 1817. Scrisoarea a apărut în Keats 2015. Toate scrisorile lui Keats către familie şi prietenii săi sunt cuprinse în *Letters of John Keats to His Family and Friends* (editor Sidney Colain).
25. În Unger 2004, p. 279.
26. De exemplu, în Dewey 2005, p. 33.
27. Online pe classics.mit.edu /Plato /meno.html. Discutat în Inan 2012, p. 16.
28. Poate fi văzută pe YouTube la: ttps: / /www.youtube .com /watch? veqGiPelOikQuk.
29. The British Plain English Campaign oferă anual un premiu.
30. Berlyne 1970, 1971; Sluckin et al. 1980. Discutată, de exemplu, în Silvia 2006; Edwards 1999, pp. 399–402; şi Lawrence şi Nohria 2002, pp. 109–14. O discuţie mai accesibilă poate fi găsită în Leslie 2014.
31. Wundt (1832–1920) este uneori numit „părintele psihologiei experimentale“. Curba sa e prezentată în Wundt 1874.
32. Berlyne 1971.
33. După cum vom vedea, curiozitatea activează sistemul dopaminergic, principalul circuit de recompensare din creier. (e.g., Redgrave et al. 2008; Bromberg-Martin şi Hikosaka 2009).
34. LeDoux 2015.
35. Aceasta a fost concluzia în Silvia 2006.

CAPITOLUL 5

1. Vezi, de exemplu, Ryan şi Deci 2000; Silvia 2012; şi Kashdan 2004.
2. Spielberger şi Starr 1994.
3. Litman 2005. Litman a continuat să examineze ipotezele curiozităţii de tip I şi de tip D printr-o serie de experimente şi studii: Litman şi Silvia 2006; Litman şi Mussel 2013; Piotrowski et al. 2014.

4. Acest subiect e prezentat într-un proiect din 2015 intitulat „Înţelegerea curiozităţii: Mecanisme comportamentale, computaţionale şi neuronale“, pe care autorii mi l-au oferit cu amabilitate. Am luat interviuri lui Gottlieb, pe 27 august 2014 şi 20 ianuarie 2016, şi lui Celeste Kidd, pe 2 iunie 2015. Vezi şi Risko et al. 2012.
5. Explicată, de exemplu, în McCrae şi John 1992.
6. Apar aproape în orice manual de psihologie. Vezi Schacter et al. 2014. Una dintre versiunile iniţiale se găseşte în Costa şi McCrae 1992. De atunci au apărut mai multe versiuni actualizate, precum *NEO Five-Factor Inventory–3*, publicată în 2010.
7. Vezi Oudeyer şi Kaplan 2007 despre motivaţia intrinsecă.
8. Experimentele şi rezultatele lor sunt prezentate în Baranes et al. 2014. Problema generală a explorării autonome e prezentată în Gottlieb et al. 2013.
9. Rolul motivaţiei intrinsece, în general, se consideră că este acela de a permite dezvoltarea unui repertoriu de aptitudini. Atât motivaţia intrinsecă bazată pe cunoaştere, cât şi cea bazată pe competenţă sunt discutate în Mirolli şi Baldassarre 2013, p. 49.
10. Laura Schulz, conferinţa TED cu titlul „Mintea surprinzător de logică a bebeluşilor“ https://www.ted.com/talks/laura_schulz_the_surprisingly_logical_minds_of_babies?language=en. De asemenea, conversaţia cu autorul din 25 iunie, 2012.
11. Un interviu cu Spelke a apărut în *New York Times* (Angier 2012). De asemenea, conversaţia cu autorul din iunie 2012.
12. McCrink şi Spelke 2016.
13. Lee et al. 2012; Winkler-Rhoades et al. 2013.
14. De exemplu, Kinzler et al. 2012; Shutts et al. 2011.
15. Un experiment amplu destinat înţelegerii dezvoltării timpurii a minţii este în derulare la „Babylab“ din Birkbeck, Universitatea din Londra, unde se monitorizează creierul şi comportamentul bebeluşilor pe o perioadă de doi ani şi jumătate. Descris în Geddes 2015.
16. Kidd et al. 2012. De asemenea, conversaţia cu autorul din 2 iunie 2015.
17. Schulz şi Bonawitz 2007.
18. De exemplu, Gweon şi Schulz 2011. Vezi şi Schulz 2012. Experimentele efectuate de Azzurra Ruggeri şi colaboratorii săi au arătat că şi copiii mici adoptă strategii de investigare care sporesc eficienţa obţinerii informaţiilor. Ruggeri şi Lombrozo 2015.
19. Unul dintre primele studii moderne a fost efectuat de White în 1959. O descriere a motivaţiei evoluţioniste de a construi reprezentări ale structurii cauzale se găseşte în Gopnik 2000.

20. Baraff Bonawitz et al. 2012.
21. De exemplu, Giambra et al. 1992; Zuckerman et al. 1978.

CAPITOLUL 6

1. Pentru descrierea acestei tehnici vezi, de exemplu, www.ndcn.ox.ac.uk /divisions /fmrib /what-is-fmri/introduction-to-fmri.
2. Termenul tehnic este „răspunsul hemodinamic".
3. Kang et al. 2009.
4. S-a găsit, de exemplu, că există o legătură funcţională mai puternică între cortexul prefrontal şi sistemul de recompense la pariorii patologici (e.g., Koehler et al. 2013).
5. Numeroase alte studii au arătat că stările motivaţionale asociate cu anticiparea recompensei (pe care le declanşează curiozitatea) pot întări memoria. De exemplu, Wittman et al. 2011; Shohamy şi Adcock 2010; Murayama şi Kuhbandner 2011.
6. O conversaţie cu autorul a avut loc pe 4 februarie 2016. Rezultatele studiului au fost publicate în Jepma et al. 2012.
7. Cortexul cingulat anterior şi insula anterioară. Mai multe informaţii despre rolul cortexului cingulat în situaţii conflictuale se pot găsi, de exemplu, în van Veen et al. 2001.
8. Regiuni striatale precum nucleul caudat stâng, putamenul şi nucleul accumbens. O bună descriere a mecanismelor recompensei se găseşte în Cohen şi Blum 2002.
9. Rezumată într-un proiect intitulat „Înţelegerea curiozităţii: Mecanisme comportamentale, computaţionale şi neuronale", oferit cu amabilitate autorului de J. Gottlieb.
10. Gruber et al. 2014.
11. Interviu cu Lecia Bushak în *Medical Daily* din 2 octombrie 2014, www.medicaldaily .com /how-curiosity-enhances-brain-and-stimulates-reward-system-improve-learning-and-memory–306121.
12. Anderson şi Yantis 2013.
13. Blanchard et al. 2015. Vezi şi Stalnaker et al. 2015 pentru o examinare critică a rolurilor atribuite cortexului orbito-frontal.
14. Voss et al. 2011.
15. În acest caz, intensitatea undei în orice punct se modifică în timp (Alexander et al. 2015).
16. Open Science Collaboration 2015.
17. Gilbert et al. 2016. Aceşti cercetători susţin că analiza lor „invalidează complet" concluziile Proiectului reproductibilităţii. Anderson et al. 2016 au replicat că analiza lui Gilbert et al. depinde de ipoteze selective. O altă

evaluare statistică se găseşte în Etz şi Vanderkerckhove 2016.
18. Kaplan şi Oudeyer 2007.
19. Tavor et al. 2016.
20. S-au făcut de asemenea unele progrese la nivel molecular. Cercetătorii au descoperit că o creştere a proteinei NCS-1(neuronal calcium sensor-1) din girusul dentat al şoarecilor duce la creşterea comportamentului explorator şi a memoriei (e.g., Saab et al. 2009). Ornitologii au descoperit că variante ale genei DRD4 produc un comportament explorator intens la păsările cântătoare (e.g., Fidler et al. 2007).
21. Kahneman 2011, pp. 67–70.

CAPITOLUL 7

1. Există multe cărţi de popularizare despre creier şi minte. Câteva exemple: Eagleman 2015 şi Carter 2014, despre structura creierului; Pinker 1997, despre funcţionarea minţii. Gregory 1987 este un compendiu vast al noţiunilor legate de creier şi minte. Introduceri concise se găsesc în O'Shea 2005; Encyclopedia Britannica 2008.
2. Iată câteva dintre articolele care-i prezintă activitatea: Herculano-Houzel, 2010, 2011, 2012a; Herculano-Houzel şi Lent 2005; Herculano-Houzel et al. 2007, 2014. Pentru o prezentare a dimensiunilor creierelor, numărului de neuroni şi legilor de scalare, vezi Herculano-Houzel 2016.
3. Herculano-Houzel et al. 2007.
4. Masa în funcţie de numărul de neuroni este o lege de putere cu exponentul 1,7.
5. Roth şi Dicke 2005. Ei au măsurat inteligenţa pe baza complexităţii comportamentale. Cercetătorii au găsit că inteligenţa se corelează de asemenea cu viteza activităţii neuronale, care e de aşteptat să crească cu cât sunt mai dens grupaţi neuronii.
6. Povinelli şi Dunphy-Lelii 2001.
7. Wang et al. 2015.
8. Modele detaliate ale bugetelor de timp sunt prezentate în Lehmann et al. 2008.
9. În Fonseca-Azevedo şi Herculano-Houzel 2012 şi în Herculano-Houzel 2016.
10. Povestea lui Lucy e prezentată în detaliu în Johanson şi Wong 2009; Johanson şi Edy 1981. Multe alte cărţi conţin informaţii despre descoperirea lui Lucy şi implicaţiile ei, de exemplu, Tomkins 1998; Mlodinow 2015; Stringer 2011.
11. Prezentată în toate textele despre evoluţia omului. Vezi, de exemplu, Steudel-Numbers 2006; Van Arsdale 2013.

12. Bailey şi Geary 2009; Coqueugniot et al. 2004; şi prezentată pe larg în Herculano-Houzel 2016.
13. Wrangham 2009.
14. Aiello şi Wheeler 1995 au susţinut că homininii au început la un moment dat să consume mai multă energie pentru funcţionarea creierului lor decât pentru digestie, menţinând relativ constantă rata totală a consumului. Vezi şi Isler şi van Schaik 2009.
15. Bellomo 1994; Berna et al. 2012; Gowlett et al. 1981.
16. Goren-Inbar et al. 2004.
17. C. Loring Brace crede că focul a fost sistematic folosit la prepararea hranei timp de mai puţin de 200 000 de ani. Vezi şi discuţiile din Dunbar 2014 şi o scurtă prezentare în Gibbons 2007.
18. Dunbar 2014.
19. Există un spectru larg de perspective asupra originii şi evoluţiei limbajului. Sinteze pe această temă pot fi găsite în Carstairs-McCarthy 2001; Tallerman şi Gibson 2012. Teoriile specifice se găsesc în Jungers et al. 2003; Deacon 1995. Enard et al. 2002. Interacţiunea între lingvişti teoreticieni şi neuroştiinţele cognitive este discutată în Moro 2008.
20. Mulţi oameni de ştiinţă adoptă acum această perspectivă, prezentată atrăgător în Pinker 1994, unde limbajul apare ca un instinct.
21. Aceasta a fost sugerată de un celebru lingvist, Noam Chomsky. Vezi, de exemplu, Chomsky 1988, 1991, 2011. Chomsky susţine că creierul uman e echipat cu o gramatică universală.
22. Dunbar 1996, 2014.
23. Angier 2012.
24. Un film care ilustrează cercetările lui Jack Gallant şi ale colaboratorilor săi poate fi văzut la https://www.youtube.com/watch?v=k6lnJkx5aDQ.
25. Henshelwood et al. 2011.
26. Pentru scurte prezentări ale istoriei civilizaţiei, vezi Harari 2015; Mlodinow 2015.
27. Două texte clasice despre revoluţiile ştiinţifice şi modificarea de paradigmă asociată cu ele se găseşte în Kuhn 1962; Cohen 1985. O perspectivă mai recentă, în Wootton 2015.

CAPITOLUL 8

1. Din memoriile editorului William Miller, citate în revista *Life*, 2 mai 1955.
2. *New York Times* îi face lui Dyson un profil intitulat „The Civil Heretic“ (de Nicholas Dawidoff) în 25 martie 2009. O biografie a lui Dyson se găseşte în Schewe 2013.
3. Interviul a fost luat pe 30 iulie 2014 şi a fost urmat de un schimb de e-

mailuri.

4. Dyson 2006, p. 7.
5. *Air & Space Magazine* a publicat un interviu (luat de Diane Tedeschi) cu Story Musgrave în august 2010. Interviul era intitulat „Astronautul veteran Story Musgrave: Singura persoană care a zburat în toate cele cinci misiuni ale navetelor spaţiale Orbiters“.
6. Interviul a avut loc pe 7 august 2014.
7. Există numeroase cărţi despre Chomsky şi ideile sale: Harman 1974; d'Agostino 1986; Otero 1994; şi una pe care o găsesc deosebit de utilă, McGilvray 2005.
8. Ultima sa carte, *Who Rules the World?*, a apărut pe 10 mai 2016.
9. Schimbul de mesaje a avut loc pe 6 iulie 2014.
10. Wang et al. 2015.
11. Interviul a avut loc pe 24 septembrie 2015. În 2015 şi 2016, revista *Forbes* a trecut-o pe Gianoti în rândul „celor mai puternice 100 de femei“.
12. Expresia „particula lui Dumnezeu“ e invenţia lui Leon Lederman, însă lui Peter Higgs, cel după care a fost numit „bosonul Higgs“, nu-i place. Descoperirea bosonului Higgs, după patruzeci de ani de căutări, a fost una dintre cele mai importante realizări ştiinţifice din ultimele decenii, şi e prezentată în Carroll 2012; Randall 2013 şi în documentarul *Particle Fever* produs de Mark Levinson, David Kaplan, Andrea Miller, Carla Solomon şi Wendy Sax.
13. L-am intervievat pe lordul Rees pe 25 octombrie 2015. Între cărţile sale de popularizare a ştiinţei se numără: *Our Final Hour, Just Six Numbers, Before the Beginning*.
14. Într-o conferinţă TED, Rees a vorbit despre cosmologie şi despre ceea ce consideră a fi provocările omenirii în secolul următor: www.ted .com /talks /martin rees asks is this our final century. Aceste riscuri sunt explicate şi în Rees 2003.
15. Interviul a avut loc pe 19 noiembrie 2015. O scurtă biografie a sa poate fi găsită la http:// brianmay .com /brian /blog.html.
16. Un articol despre pasiunea lui May poate fi găsit pe www.theguardian.com/artanddesign/2014/oct/20/brian-may-stereo-victorian–3d-photos-tate-britain-queen.
17. Vezi Livio şi Silk 2016 pentru o scurtă prezentare a acestor cercetări.
18. De exemplu, politologul neozeelandez James Flynn a arătat că scorurile pentru inteligenţă s-au schimbat mult de la o generaţie la alta, iar tabelele de referinţă trebuie modificate frecvent. Flynn 1984, 1987; Neisser 1998.
19. Interviul s-a desfăşurat prin e-mail pe 3 septembrie 2015. Despre vos Savant au apărut multe articole. De pildă, „Întâlnire cu cea mai inteligentă

persoană din lume“, de Mary T. Schmich, în *Chicago Tribune* pe 29 septembrie 1985. „Este un IQ mare, în egală măsură, o povară şi o binecuvântare?“, de Sam Knight (*Financial Times* 10 aprilie 2009), poate fi găsit la www2.sunysuffolk.edu.kasiuka /materials /54 /savant.pdf.

20. Heidegger continuă: „Cei care idolatrizează «faptele» nu observă niciodată că idolii lor strălucesc doar în lumină de împrumut“, Heidegger 2000, p. 307.
21. Interviul a avut loc pe 3 septembrie 2015. O biografie a lui Horner se găseşte pe mtprof.msun.edeu /Spr2004 /horner .html. Conferinţa sa TED din 2011 se găseşte la www.ted .com /talks /jack horner shape shifting dinosaurs?language=en.
22. Randall 2015 prezintă o ipoteză originală care leagă extincţiile în masă de natura materiei întunecate.
23. Muniz 2005, p. 12.
24. Interviul a avut loc pe 17 februarie 2016. Vezi La Force 2016 pentru un articol despre Muniz.
25. Trailer-ul oficial al filmului poate fi văzut la https: / /www.youtube .com /watch?v=sNIwh8vT2NU.
26. În *The Rambler*, nr. 103 din 12 martie 1751, online pe Electronic Text Center, University of Virginia Library.
27. Vezi, de exemplu, necrologul pentru Prigogine (Petrosky 2003).
28. Lin 2014.

CAPITOLUL 9

1. Casanova 1922.
2. Câteva cărţi recente se referă la diferite aspecte ale curiozităţii. Ball 2013 discută în special despre apariţia ştiinţei moderne. Manguel 2015 examinează curiozitatea din perspectiva câtorva gânditori precum Dante, David Hume şi Lewis Carroll. Leslie 2014 susţine cultivarea curiozităţii în perspectiva a ceea ce el consideră a fi pericolul reprezentat de internet. În Grazer şi Fishman 2015 sunt prezentate experienţele lui Grazer care au condus la producţia unor celebre filme şi spectacole de televiziune.
3. Excelent prezentat în Bouchard et al. 1990. Pentru o documentare generală despre ereditate şi influenţele mediului, vezi Bouchard 1998; Plomin 1999.
4. Bouchard 2004.
5. Discuţie interesantă în Asbury şi Plomin 2013.
6. O istorie a „minunării“ se află în Daston şi Park 1998. O discuţie interesantă poate fi găsită în Goodman 1984.
7. Numele său real era Osborne Henry Mavor. A fost un medic care a luptat în Primul Război Mondial. Citatul este din piesa sa *Mr. Bolfry*.

8. O imagine a stâncii de pe muntele Sodom din Israel poate fi văzută pe Wikipedia, la articolul „Lot's Wife".
9. Pentru o discuţie despre îngrijorarea legată de curiozitate la începutul epocii moderne în Franţa şi Germania, vezi Kenny 2004.
10. Transformarea e discutată în Kenny 2004; Blumenberg 1982; Ball 2013; şi rezumată în Daston 2005. Hannam 2011 susţine că probabil nici vremurile medievale n-au fost atât de întunecate cum sunt prezentate de obicei.
11. Un alt rezumat privind schimbarea atitudinii faţă de curiozitate se găseşte în Zeldin 1994, capitolul 11. Pentru o biografie relativ recentă a lui Descartes, vezi Grayling 2005.
12. O prezentare a vieţii lui Browne se găseşte în Aldersey-Williams 2015.
13. Două biografii interesante ale lui Humboldt sunt Helferich 2004 şi McCrory 2010.
14. De Terra 1955.
15. Von Humboldt 1997.
16. Zeldin 1994, p. 198.
17. O discuţie interesantă despre curiozitate în basme se găseşte în Rigol 1994.
18. În 1598, în piesa lui Ben Jonson *Fiecare om cu toana lui.* De asemenea în *Mult zgomot pentru nimic* a lui Shakespeare.
19. A apărut tipărit prima oară într-o *Carte de proverbe* din 1873 a lui James Allan Mair. O versiune a acesteia se poate găsi pe Amazon.com.
20. În 2014, Neue Galerie din New York a organizat o expoziţie specială în care a adunat lucrările de artă care au participat la expoziţia din 1937, împreună cu fotografii, filme şi documente. Catalogul expoziţiei se găseşte în Peters 2014.
21. Povestea Malalei se găseşte în Yousafzai şi Lamb 2013.
22. Zeldin 1994, p. 191.
23. Nabokov 1990, p. 46.
24. Stephens 1912, p. 9.
25. Richard şi Berridge 2011.
26. Feynman 1988, p. 14.
27. În sfatul său de a proteja viaţa creativă, Csikszentmihalyi (1996, p. 347) a adăugat şi capacitatea de a surprinde şi a fi surprins.
28. De exemplu, Rossing şi Long 1981.
29. Vezi, de exemplu, Kashdan şi Roberts 2004. Relaţia dintre ataşament şi curiozitate a fost studiată şi în Mikulincer 1997.

EPILOG

1. A fost prima dată publicată sub titlul *An Awful Terrible Medieval Romance* în *Buffalo Express*, pe 1 ianuarie 1870. În 1875 a apărut cu titlul *A*

Medieval Romance în Mark Twain, *Sketches, New and Old*.

2. Pentru analiză şi interpretare, vezi Baldanza1961; Wilson 1987.
3. Wolfe 1998.
4. Menţionat şi în *The Bonfire of the Vanities*, precum şi în eseul *Hooking up*.
5. Deruta şi „nedumerirea“ pe care le-au generat piesa sunt descrise în Atkinson 1956.
6. James 1884.
7. Istoria curiozităţii de la sfârşitul secolului XVII până la începutul secolului XIX este minunat prezentată în amplul studiu al lui Benedict (2001). Un compendiu concis al diferitelor emoţii (incluzând curiozitatea) şi al răspunsului oamenilor este Watts Smith 2015.
8. Discutată şi cuantificată cu o scară de căutare a senzaţiilor în Zuckerman 1984; Zuckerman şi Litle 1985.
9. Jung 1951, capitolul 2.
10. O idee sugerată de Aristotel, care spunea că oamenilor „le place să privească cele mai atroce imagini a căror vedere ne provoacă suferinţă“, citat în O'Connor 2014. Vezi şi Zuckerman şi Litle 1985; Kant 2006.
11. Vezi Egan et al. 2005 pentru un studiu transcultural.
12. Mare parte din materialul furnizat de Snowden a fost publicată de *The Guardian* în Anglia şi de *The Washington Post.* Radioul Public Naţional a postat o scurtă informare cu privire la principalele date pe : http:// www.mpr.org /sections /parallels /2013 /10 /23 /240239062 /five-things-to-know-about-the-nsas-surveillance-activities.
13. Povestea fantastică a ultimei teoreme a lui Fermat e relatată în Singh 1997; Aczel 1997.

Bibliografie

Ackerman, J. 1969. „Concluding Remarks: Science and Art in the Work of Leonardo“, în *Leonardo's Legacy: An International Symposium*, ed. C.O. O'Malley (Berkeley: University of California Press).

Aczel, A.D. 1997. *Fermat's Last Theorem: Unlocking the Secret of an Ancient Mathematical Problem* (New York: Viking).

Aiello, L.C. și Wheeler, P. 1995. „The Expensive Tissue Hypothesis: The Brain and the Digestive System in Human Evolution“, *Current Anthropology*, 36, 199.

Ainley, M. 2007. „Being and Feeling Interested: Transient State, Mood, and Disposition“, în *Emotion in Education*, ed. P.A. Schutz și R. Pekrun (Burlington, MA: Academic Press).

Aldersey-Williams, H. 2015. *In Search of Sir Thomas Browne: The Life and Afterlife of the Seventeenth Century's Most Inquiring Mind* (New York: Norton).

Alexander, D.M., Trengove, C. și van Leeuven, C. 2015. „Donders Is Dead: Cortical Traveling Waves and the Limits of Mental Chronometry in Cognitive Neuroscience“, *Cog. Process.*, 16(4), 365.

Anderson, B.A. și Yantis, S. 2013. „Persistence of Value-Driven Attentional Capture“, *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform*, 39(1), 6.

Anderson, C.J. et al. 2016. „Response to Comment on 'Estimating the Reproducibility of Psychological Science'“, *Science*, 351, 1037b.

Angier, N. 2012. „Insights from the Youngest Minds“, *New York Times*, 1 mai, www.nytimes/com/2012/05/01/science/insights/in-human-knowledgefrom-the-minds-of-babes.html?_r=0.

Asbury, K. și Plomin, R. 2013. *G Is for Genes: The Impact of Genetics on Education and Achievement* (Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell).

Atkinson, B. 1956. „Beckett's 'Waiting for Godot'“, *New York Times*, 20 aprilie,

https://www.nytimes.com/books/97/08/03/reviews/beckett-godot.html.
Bailey, D. și Geary, D. 2009. „Human Brain Evolution“, *Human Nature*, 20, 67.
Baldanza, F. 1961, *Mark Twain: An Introduction and Interpretation* (New York: Barnes & Noble).
Ball, P. 2013. *Curiosity: How Science Became Interested in Everything* (Chicago: University of Chicago Press).
Bambach, C.C. 2003. *Leonardo da Vinci: Master Draftsman* (New York: Metropolitan Museum of Art).
Baraff Bonawitz, E., van Schijndel, T.J.P., Friel, D. și Schulz, L. 2012. „Children Balance Theories and Evidence in Exploration, Explanation, and Learning“, *Cognitive Psychology*, 64, 215.
Baranes, A.F., Oudeyer, P.-Y. și Gottlieb, J. 2014. „The Effects of Task Difficulty, Novelty and the Size of the Search Space on Intrinsically Motivated Exploration“, *Front. Neurosci.*, 8, 317.
Barcilon, P.B. și Marani, P.C. 2001. *Leonardo: The Last Supper*, trad. Harlow Tighe (Chicago: University of Chicago Press).
Bateson, G. 1973. *Steps to an Ecology of Mind* (London: Paladin).
Bellomo, R.V., 1994. „Methods of Determining Early Hominid Behavioral Activities Associated with the Controlled Use of Fire at FxJj20 Main, Koobi Fora, Kenya“, *Journal of Human Evolution*, 27, 173.
Benedict, B.M. 2001. *Curiosity: A Cultural History of Early Modern Inquiry* (Chicago: University of Chicago Press).
Berlyne, D.E. 1949. „Interest as a Psychological Concept“, *British Journal of Psychology*, 39, 184.
Berlyne, D.E., 1950. „Novelty and Curiosity as Determinants of Exploratory Behavior“, *British Journal of Psychology*, 41, 68.
Berlyne, D.E. 1954a. „A Theory of Human Curiosity,“ *British Journal of Psychology*, 45, 180.
Berlyne, D.E. 1954b. „An Experimental Study of Human Curiosity“, *British Journal of Psychology*, 45, 256.
Berlyne, D.E. 1957. „Determinants of Human Perceptual Curiosity“, *Journal of Experimental Psychology*, 53, 399.
Berlyne, D.E. 1958. „The Influence of Complexity and Novelty in Visual Figures on Orienting Responses“, *Journal of Experimental*

Psychology, 55, 289.
Berlyne, D.E. 1960. *Conflict, Arousal and Curiosity* (New York: McGraw-Hill).
Berlyne, D.E. 1966. „Curiosity and Exploration“, *Science*, 153, 25.
Berlyne, D.E. 1970. „Novelty, Complexity and Hedonic Value“, *Perception and Psychophysics*, 8, 279.
Berlyne, D.E. 1971. *Aesthetics and Psychobiology* (New York: Appleton-Century-Crofts).
Berlyne, D.E. 1978. „Curiosity and Learning“, *Motivation and Emotion*, 2, 97.
Berna, F. et al. 2012. „Microstrategraphic Evidence of in Sita Fire in the Acheulean Strata of Wonderwerk Cave, Northern Cape Province, South Africa“, *Proc. of the Natl. Acad. of Sci.*, USA, 109, E1215.
Beswick, D.G. 1971. „Cognitive Process Theory of Individual Differences in Curiosity“, în *Intrinsic Motivation: A New Direction in Education*, ed. H.I. Day, D.E. Berlyne şi D.E. Hunt (Toronto: Holt, Rinehart and Winston).
Biederman, I. şi Vessel, E.A. 2006. „Perceptual Pleasure and the Brain“, *American Scientist*, 94, 249.
Blanchard, T.C., Hayden, B.Y. şi Bromberg-Martin, E. S. 2015. „Orbitofrontal Cortex Uses Distinct Codes for Different Choice Attributes in Decisions Motivated by Curiosity“, *Neuron*, 85(3), 602.
Blumenberg, H. 1987. *The Genesis of the Copernican World*, trad. R.M. Wallace (Cambridge, MA: MIT Press).
Bonawitz, E. et al. 2011. „The Double-Edged Sword of Pedagoga: Instruction Limits Spontaneous Exploration and Discovery“, *Cognition*, 120, 322.
Bouchard, T.J. 1998. „Genetic and Environmental Influences on Adult Intelligence and Special Mental Abilities“, *Human Biology*, 70, 257.
Bouchard, T.J. et al. 1990. „Sources of Human Psychological Differences: The Minnesota Study of Twins Reared Apart“, *Science*, 250, 223.
Bouchard Jr., T.J. 2004. „Genetic Influence on Human Psychological Traits“, *Current Directions in Psychological Science*, 13(4), 148.
Bromberg-Martin, E.S. şi Hikosaka, O. 2009. „Midbrain Dopamine

Neuron Signal Preference for Advance Information about Upcoming Rewards“, *Neuron*, 63, 119.
Capra, F. 2013. *Learning from Leonardo: Decoding the Notebooks of a Genius* (San Francisco: Berelt-Koehler).
Carroll, S. 2012. *The Particle at the End of the Universe: How the Hunt for the Higgs Boson Leads Us to the Edge of a New World* (New York: Dutton).
Carstairs-McCarthy, A. 2001. „Origins of Language“, în *The Handbook of Linguistics*, ed. M. Aromoff și J. Rees-Miller (Oxford: Blackwell).
Carter, R. 2014. *The Human Brain Book*, ediția a II-a (New York: DK Publishing).
Casanova, G. 1922. *The Memoirs of Giacomo Casanova Di Seingalt.* Trad. A. Machen (London: The Casanova Society), vol. 7.
Chomsky, N. 1988. *Language and Problems of Knowledge: The Managua Lectures* (Cambridge, MA: MIT Press).
Chomsky, N. 1991. „Linguistics and Cognitive Science: Problems and Mysteries“, în *The Chomskyan Turn*, ed. A. Kasher (Oxford: Blackwell).
Chomsky, N. 2011. „Language and Other Cognitive Systems: What Is Special about Language?“, *Language Learning and Development*, 7(4), 263.
Chopin, K. 1894. „The Story of an Hour“, Kate Chopin International Society, www.katechopin.org/story-hour/.
Cicero. 1994. *Cicero: De Finibus Bonorum et Malorum*, trad. H. Rackham (Cambridge, UK: Cambridge University Press).
Clark, K. 1960. „Leonardo da Vinci: The Virgin with St. Anne“, în *Looking at Pictures* (New York: Holt, Rinehard and Winston).
Clark, K. 1969. *Civilisation: A Personal View* (New York: Harper & Row).
Clark, K. 1975. *Leonardo da Vinci: An Account of His Development As An Artist* (London: Penguin Books).
Clark, K. și Pedretti, C. (ed.). 1968. *The Drawings of Leonardo da Vinci in the Collection of Her Majesty the Queen*, 3 volume. (London: Phaidon).
Clayton, M. 2012. „Leonardo's Anatomy Years“, *Nature*, 484, 314.
Cohen, I.B. 1985. *Revolution in Science* (Cambridge, MA: Belknap

Press of Harvard University Press).
Cohen, J.D. și Blum, K.I. 2002. „Overview: Award and Decision", *Neuron*, 36(2), 193.
Collins, B. 1997. *Leonardo, Psychoanalysis, and Art History: A Critical Study of Psychobiographical Approaches to Leonardo da Vinci* (Evanston, IL: Northwestern University Press).
Cook, C., Goodman, N.D. și Schulz, L.E. 2011. „Where Science Starts: Spontaneous Experiments in Preschoolers' Exploratory Play", *Cognition*, 120, 341.
Coqueugniot, H., Hublen, J.-J., Veillon, F., Honët, F. și Jacob, T. 2004. „Early Brain Growth in Homo Erectus and Implications for Cognitive Ability", *Nature*, 431, 299.
Costa Jr., P.T. și McCrae, R.R. 1992. *Revised NEO Personality Inventory (NEO PI-R) and NEO Five-Factor Inventory (NEO-FFI): Professional Manual* (Odessa, FL: Psychological Assessment Resources).
Csikszentmihalyi, M. 1996. *Creativity: Flow and the Psychology of Discovery and Invention* (New York: Harper Collins).
D'Agostino, F. 1986. *Chomsky's System of Ideas* (Oxford: Oxford University Press).
Daston, L. 2005. „All Curls and Pearls", *London Review of Books*, 27(12), 37.
Daston, L.J. și Park, K. 1998. *Wonders and the Order of Nature 1150–1750* (New York: Zone Books).
Day, H.I. 1971. „The Measurement of Specific Curiosity", în *Intrinsic Motivation: A New Direction in Education*, ed. H.I. Day, D.E. Berlyne și D.E. Hunt (New York: Holt, Rinehart & Winston).
Day, H.I. 1977. „Daniel Ellis Berlyne (1924–1976)", *Motivation and Emotion*, 1(4), 377.
Deacon, T.W. 1995. *The Symbolic Species: The Coevolution of Language and the Human Brain* (Harmondsworth, UK: Allen Lane).
Deci, E.L. și Ryan, R.M. 2000. „The 'What' and „Why' of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior", *Psychological Inquiry*, 11(4), 227.
Dennett, D.C. 1991. *Consciousness Explained* (Boston: Little, Brown).
de Terra, H. 1955. *Humboldt* (New York: Knopf).

Dewey, J. 2005. *Art as Experience* (New York: Perigee). Publicat inițial în 1934.

Dunbar, R. 1996. *Grooming, Gossip and the Evolution of Language* (London: Faber and Faber).

Dunbar, R. 2014. *Human Evolution* (London: Pelican).

Dyson, F. 2006. *The Scientist as Rebel* (New York: New York Review of Books).

Dyson, G. 2012. *Turing's Cathedral: The Origins of the Digital Universe* (London: Allen Lane).

Eagleman, D. 2015. *The Brain: The Story of You* (New York: Pantheon).

Edwards, D. C. 1999. *Motivation and Emotion: Evolutionary, Physiological, Cognitive, and Social Influences* (Thousand Oaks, CA: Sage).

Egan, V. et al. 2005. „Sensational Interests, Mating Effort, and Personality: Evidence for Cross-Cultural Validity", *Journal of Individual Differences*, 26(1), 11.

Emberson, L.L. Lupyan, G., Goldstein, M.H. și Spivy, M.J. 2010. „Overheard Cell-Phone Conversations: When Less Speech Is More Distracting", *Psychological Science*, 21(10), 1383.

Enard, W. et al. 2002. „Molecular Evolution of FOXP2, a Gene Involved in Speech and Language", *Nature*, 418, 869.

Encyclopaedia Britannica. 2008. *The Britannica Guide to the Brain: A Guided Tour of the Brain–Mind, Memory and Intelligence* (London: Robinson).

Etz, A. și Vanderkerckhove, J. 2016. „A Bayesian Perspective on the Reproducibility Project: Psychology", *PLoS ONE*, 11(2): e 0149794.

Eysenck, M.W. 1979. „The Feeling of Knowing a Word's Meaning", *British Journal of Psychology*, 70, 243.

Farrell, B. 1966. „On Freud's Study of Leonardo", în *Leonardo da Vinci: Aspects of the Renaissance Genius*, ed. M. Philipson (New York: George Braziller).

Feynman, M. 1995a. *The Art of Richard P. Feynman: Images by a Curious Character* (New York: Routledge).

Feynman, M. 1995b. *The Art of Richard P. Feynman: Images by a Curious Character* (Basel: G&B Science).

Feynman, R.P. 1985. „Surely You're Joking Mr. Feynman!", în *Adventures of a Curious Character*, ed. Edward Hutchings (New York: Norton).

Feynman, R.P. 1985a. „Quantum Mechanical Computers", *Optics News*, 11, 11.

Feynman, R.P. 1985b. *QED: The Strange Theory of Light and Matter* (Princeton, NJ: Princeton University Press).

Feynman, R.P. 1988. *What Do You Care What Other People Think? Further Adventures of a Curious Character*, ed. Ralph Leighton (New York: Norton).

Feynman, R.P. 2001. *What Do You Care What Other People Think? Further Adventures of a Curious Character, as told to Ralph Leighton* (New York: Norton).

Feynman, R.P. 2005. *Perfectly Reasonable Deviations* (*From the Beaten Track*), ed. M. Feynman, prefață deTimothy Ferris (New York: Basic Books).

Feynman, R.P., Leighton, R.B. şi Sands, M. 1964. *Feynman Lectures on Physics* (New York: Addison Wesley).

Fidler, A.E. et al. 2007. „Drd4 Gene Polymorphisms Are Associated with Personality Variation in a Passerine Bird", *Proc. of the Royal Society London B.*, 2 mai.

Flynn, J.R. 1984. „The Mean IQ of Americans: Massive Gains 1932 to 1978", *Psychological Bulletin*, 95(1), 29.

Flynn, J.R. 1987. „Massive IQ Gains in 14 Nations: What IQ Tests Really Measure", *Psychological Bulletin*, 101(2), 171.

Fonseca-Azevedo, K. şi Herculano-Houzel, S. 2012. „Metabolic Constraint Imposes Tradeoff between Body Size and Number of Brain Neurons in Human Evolution", *PNAS*, 109(45), 18571.

Foucault, M. 1997. *Ethics: Subjectivity and Truth*, ed. Paul Rabinow (New York: New Press).

Freud, S. 1916. *Leonardo da Vinci: A Psychosexual Study of an Infantile Reminiscence*, trad. A.A. Brill (New York: Moffat, Yard).

Galilei, 1960. *The Assayer* [*Il Saggiatore*], în *The Controversy on the Comets of 1618*, trad. S. Drake şi C.D. O'Malley (Philadelphia: University of Pennsylvania Press).

Galluzzi, P. (ed.). 2006. *The Mind of Leonardo: The Universal Genius at Work*, trad. C. Frost şi J.M. Reifsnyder (Florence: Giventi).

Geddes, L. 2015. „The Big Baby Experiment“, *Nature*, 527, 22.
Gerges, F.A. 2016. *ISIS: A History* (Princeton, NJ: Princeton University Press).
Giambra, L.M., Camp, C.J. și Grodsky, A. 1992, „Curiosity and Stimulation Seeking across the Adult Life Span: Cross-Sectional and 6- to 8-Year Longitudinal Findings“, *Psychology and Aging*, 7(1), 150.
Gibbons, A. 2007. „Food for Thought: Did the First Cooked Meals Help Fuel the Dramatic Evolutionary Expansion of the Human Brain?“, *Science*, 316, 1558.
Gilbert, D.T., King, G., Pettigrew, S. și Wilson, T.D. 2016. „Comment on ‘Estimating the Reproducibility of Psychological Science’“, *Science*, 351, 1037.
Gillispie, C.C. (ed.). 2008. *Dictionary of Scientific Biography* (New York: Charles Scribner’s Sons).
Giovio, P. 1970. *Leonardo Vincii Vita*, reprodus în J.P. Richter și I.A. Richter, *The Literary Works of Leonardo da Vinci*, ediția a III-a, vol. 1 (London: Phaidon).
Gleick, J. 1992. *Genius: The Life and Science of Richard Feynman* (New York: Pantheon).
Gombrich, E.H. 1969. „The Form of Movement in Water and in Air“, în *Leonardo’s Legacy: An International Symposium*, ed. C.D. O’Malley (Berkeley: University of California Press).
Goodman, N. 1984. *Of Mind and Other Matters* (Cambridge, MA: Harvard University Press).
Gopnik, A. 2000. „Explanation as Orgasm and the Drive for Causal Understanding: The Evolution, Function and Phenomenology of the Theory-Formation System“, în F. Keil și R. Wilson (ed.), *Cognition and Explanation* (Cambridge, MA: MIT Press).
Goren-Inbar, N., Alperson, N., Kislev, M.E., Simcroni, O., Melamed, Y., Ben-Nun, A. și Werker, E. 2004. „Evidence of Hominin Control of Fire at Gesher Benot Ya’aqov, Israel“, *Science*, 304(5671), 725.
Gottlieb, J., Oedeyer, P.-Y., Lopes, M. și Baranes, A. 2013. „Information-Seeking, Curiosity, and Attention: Computational and Neural Mechanisms“, *Trends in Cognitive Sciences*, 17(11), 585.
Gowlett, J.A.J. et al. 1981. „Early Archaeological Sites, Hominid Remains and Traces of Fire from Chesowanja, Kenya“, *Nature*,

294, 125.
Grayling, A.C. 2005. *Descartes: The Life and Times of a Genius* (New York: Walker).
Grazer, B. și Fishman, C. 2015. *A Curious Mind: The Secret to a Bigger Life* (New York: Simon & Schuster).
Gregory, R.L. (ed.). 1987. *The Oxford Companion to the Mind* (Oxford: Oxford University Press).
Gruber, M.J., Gelman, B.D. și Ranganath, C. 2014. „States of Curiosity Modulate Hippocampus-Dependent Learning via the Dopaminergic Circuit", *Neuron*, 84(2), 486.
Gweon, H. și Schulz, L.E. 2011. „16-Month-Olds Rationally Infer Causes of Failed Actions", *Science*, 332, 1524.
Hannam, J. 2011. *The Genesis of Science: How the Christian Middle Ages Launched the Scientific Revolution* (Washington, DC: Regnery).
Hanneke, D., Fogwell, S. și Gabrielse, G. 2008. „New Measurement of the Electron Magnetic Moment and the Fine Structure Constant", *Physical Review Letters*, 100, 120801.
Harari, Y.N. 2015. *Sapiens: A Brief History of Humankind* (New York: Harper Collins).
Harman, G. (ed.). 1974. *On Noam Chomsky: Critical Essays* (New York: Anchor Press).
Hart, I.B. 1961. *The World of Leonardo da Vinci: Man of Science, Engineer and Dreamer of Flight* (New York: Viking).
Hart, J.T. 1965. „Memory and the Feeling-of-Knowing Experience", *Journal of Educational Psychology*, 56, 208.
Heidegger, M. 2000. *Contributions to Philosophy*, trad. P. Emad și K. Maly (Bloomington: Indiana University Press).
Helferich, G. 2004. *Humboldt's Cosmos: Alexander von Humboldt and the Latin American Journey That Changed the Way We See the World* (New York: Gotham Books).
Henshelwood, C.S. et al. 2011. „A 100,000-Year-Old Ochre-Processing Workshop at Blombos Cave, South Africa", *Science*, 334, 219.
Herculano-Houzel, S. 2009. „The Human Brain in Numbers: A Linearly Scaled-Up Primate Brain", *Frontiers in Human Neuroscience*, 3, 31.

Herculano-Houzel, S. 2010. „Coordinated Scaling of Cortical Cerebellar Number of Neurons“, *Frontiers in Neuroanatomy*, 4, 12.
Herculano-Houzel, S. 2011. „Not All Brains Are Made the Same: New Views on Brain Scaling in Evolution“, *Brain Behav. Evol.*, 78, 22.
Herculano-Houzel, S. 2012a. „Neuronal Scaling Rules for Primate Brains: The Primate Advantage“, *Prog. Brain Res.*, 195, 325.
Herculano-Houzel, S. 2012b. „The Remarkable, yet Not Extraordinary, Human Brain as a Scaled-up Primate Brain and Its Associated Cost“, *PNAS*, 109 (supl. 1), 10661.
Herculano-Houzel, S. 2016. *The Human Advantage: A New Understanding of How Our Brain Became Remarkable* (Cambridge, MA: MIT Press).
Herculano-Houzel, S., Collins, L.E., Wong, P. și Kaas, J. H. 2007. „Cellular Scaling Rules for Primate Brains“, *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 104, 3562.
Herculano-Houzel, S. și Lent, R. 2005. „Isotropic Fractionator: A Simple Rapid Method for the Quantification of Total Cell and Neuron Numbers in the Brain“, *J. Neurosci.*, 25, 2518.
Herculano-Houzel, S., Manger, P.R. și Kaas, J.H. 2014. „Brain Scaling in Mammalian Brain Evolution as a Consequence of Concerted and Mosaic Changes in Number of Neurons and Average Neuronal Cell Size“, *Front. Neuroanat.*, 8, 77.
Hobbes, T. 1651. *Leviathan*, Online Library of Liberty, oll.libertyfund.org/titles/869.
Huron, D. 2006. *Sweet Anticipation: Music and the Psychology of Expectation* (Cambridge, MA: MIT Press).
Inan, I. 2012. *The Philosophy of Curiosity* (New York: Routledge).
Instanes, J.T., Haavik, J. și Halmoy, A. 2013. „Personality Traits and Comorbidity in Adults with ADHD“, *Journal of Attention Disorder*, Nov 22.
Isler, K. și van Schaik, C.P. 2009. „The Expensive Brain: A Framework for Explaining Evolutionary Changes in Brain Size“, *J. Hum. Evol.*, 57, 392.
James H. 1884. „The Art of Fiction“, *Longman's Magazine*, 4 (septembrie), public. wsu.edu/~campbelld/amlit/artfiction.html.
James, W. 1890. *The Principles of Psychology, American Science Series, Advanced Course*, 2 vol. (New York: Holt),

https://ebooks.adelaide.edu.au/j/james/william/principles/index.html.
Jepma, M., et al. 2012. „Neural Mechanisms Underlying the Induction and Relief of Perceptual Curiosity“, *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 6, 5.
Johanson, D.C. și Edy, M.A. 1981. *Lucy: The Beginning of Humankind* (New York: Simon & Schuster).
Johanson, D.C. și Wong, K. 2009. *Lucy's Legacy: The Quest for Human Origins* (New York: Crown).
Jones, S. 1979. „Curiosity and Knowledge“, *Psychological Reports*, 45, 639.
Jung, C. 1959. *Aion: Researchers into the Phenomenology of the Self*, in *The Collected Works of C. G. Jung*, trad. R.F.C. Hull, vol. 9 (Princeton, NJ: Princeton University Press).
Jung, R.E. 2014. „Evolution, Creativity, Intelligence, and Madness: 'Here Be Dragons'“, *Frontiers in Psychology*, 5, 784, 1.
Jungers, W.L. et al. 2003. „Hypoglossal Canal Size in Living Hominoids and the Evolution of Human Speech“, *Human Biology*, 75, 473.
Kac, M. 1985. *Enigmas of Chance: An Autobiography* (New York: Harper Collins).
Kahneman, D. 2011. *Thinking, Fast and Slow* (New York: Farrar, Straus and Giroux).
Kaiser, D. 2005. „Physics and Feynman's Diagrams“, *American Scientist*, 93, 156.
Kandel, E.R. 2012. *The Age of Insight: The Quest to Understand the Unconscious in Art, Mind, and Brain* (New York: Random House).
Kang, M.J. et al. 2009. „The Wick in the Candle of Learning: Epistemic Curiosity Activates Reward Circuitry and Enhances Memory“, *Psychol. Sci.*, 20(8), 963.
Kant, I. 2006. *Anthropology from a Pragmatic Point of View*, trad. R.B. Louden (Cambridge, UK: Cambridge University Press).
Kaplan, F. și Oudeyer, P.-Y. 2007. „In Search of the Neural Circuits of Intrinsic Motivation“, *Front. Neurosci.*, 1(1), 225.
Kashdan, T.B. 2004. „Curiosity“. în *Character Strengths and Virtues*, ed. C. Peterson și M.E.P. Selegman (New York: Oxford University Press).
Kashdan, T.B. și Roberts, J.E. 2004. „Trait and State Curiosity in the

Genesis of Intimacy: Differentiation from Related Constructs“, *Journal of Social and Clinical Psychology*, 23(6), 792.

Kashdan, T.B. şi Silvia, P.J. 2009. „Curiosity and Interest: The Benefits of Thriving on Novelty and Challenge“, în *The Oxford Handbook of Positive Psychology*, ed. S.J. Lopez şi L.R. Snyder (Oxford: Oxford University Press).

Keats, J. 2015. *Selected Letters*, ed. John Barnard (London: Penguin Classics).

Keele, K.D. 1952. *Leonardo da Vinci on Movement of the Heart and Blood* (London: Harvey and Blythe).

Keele, K.D. 1983. *Leonardo da Vinci's Elements of the Science of Man* (New York: Academic Press).

Kemp, M. 2006. *Seen|Unseen: Art, Science and Intuition from Leonardo to the Hubble Telescope* (Oxford: Oxford University Press).

Kenny, N. 2004. *The Uses of Curiosity in Early Modern France and Germany* (Oxford: Oxford University Press).

Kidd, C. şi Hayden, B.Y. 2015. „The Psychology and Neuroscience of Curiosity“, *Neuron*, 88 (3) 499.

Kidd, C., Piantadosi, S.T. şi Aslin, R.N. 2012. „The Goldilocks Effect: Human Infants Allocate Attention to Visual Sequences That Are Neither Too Simple nor Too Complex“, *PLoS ONE* 7(5): e 36399.

King, R. 2012. *Leonardo and The Last Supper* (New York: Walker).

Kinzler, K.D., Shutts, K. şi Spelke, E.S. 2012. „Language-Based Social Preferences among Children in South Africa“, *Language Learning and Development*, 8, 215.

Koehler, S., Ovadia-Caro, S., van der Meer, E., Villringer, A., Heinz, A., Romanczuk-Seifereth, N. şi Margulies, D.S. 2013. „Increased Functional Connectivity between Prefrontal Cortex and Reward System“, *PLoS ONE*, 8(12), e84565.

Konečni, V.J. 1978. „Daniel E. Berlyne 1924–1976“, *American Journal of Psychology*, 91(1), 133.

Kuhn, T.S. 1962. *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: University of Chicago Press).

La Force, T. 2016. „Master of Illusions“, *Apollo*, 183(639), 46.

Lange, K.W., Tucha, O., Steup, A., Gsell, W. şi Naumann, M. 1995. „Subjective Time Estimation in Parkinson's Disease“, *J. Neural*

Transm Suppl., 46, 433.
Lawrence, P.R. și Nohria, N. 2002. *Driven: How Human Nature Shapes Our Choices* (San Francisco: Jossey-Bass).
LeDoux, J. 1998. *The Emotional Brain: The Mysterious Underpinnings of Emotional Life* (New York: Simon & Schuster).
LeDoux, J. 2015. *Anxious: Using the Brain to Understand and Treat Fear and Anxiety* (New York: Viking).
Lee, S.A., Winkler-Rhoades, N. și Spelke, E. S. 2012. „Spontaneous Reorientation Is Guided by Perceived Surface Distance", *PLoS ONE*, 7, e51373.
Lehmann, J., Korstjens, A.H. și Dunbar, R.I.M. 2008. „Time and Distribution: A Model of Ape Biogeography", *Ecology, Evolution and Ethology*, 20, 337.
Leonardo da Vinci. 1996. *Codex Leicester: A Masterpiece of Science*, ed. Claire Farago, cu introduceri de Martin Kemp, Owen Gingerich și Carlo Pedretti (New York: American Museum of Natural History).
Leslie, I. 2014. *Curious: The Desire to Know and Why Your Future Depends on It* (New York: Basic Books)
Levy, D.H. 2014. „Comet Shoemaker-Levy 9:20 years later", *Sky & Telescope*, 16 iulie, www.skyandtelescope.com/astronomy-news/comet -shoemaker -levy –9–20 -year s-later –07162014/.
Lin, T. 2014. „A 'Rebel' without a Ph.D.", *Quanta Magazine*, 26 martie 2014, https://www.quantamagazine.org/20140326-a-rebel-without-a-ph-d/.
Lipman, J.C. 1999. „Finding the Real Feynman," *The Tech*, 119 (10), tech.mit. edu/V119/N10/col10lipman.10c.html.
Litman, J.A. 2005. „Curiosity and the Pleasure of Learning: Wanting and Liking New Information", *Cognition and Emotion*, 19(6), 793.
Litman, J.A. și Jimerson, T.L. 2004. „The Measurement of Curiosity as a Feeling of Deprivation", *Journal of Personality Assessment*, 82(2), 157.
Litman, J.A., Hutchins, T.L. și Russon, R.K. 2005. „Epistemic Curiosity, Feeling- of-Knowing, and Exploratory Behavior", *Condition and Emotion*, 19(4), 559.
Litman, J. și Silvia, P. 2006. „The Latent Structure of Trait Curiosity: Evidence for Interest and Deprivation Curiosity Dimensions",

Journal of Personality Assessment, 86 (3), 318.
Litman, J.A. și Mussel, P. 2013. „Validity of the Interest- and Deprivation-Type Epistemic Curiosity Model in Germany“, *Journal of Individual Differences*, 34(2), 59.
Livio, M. și Silk, J. 2016. „If There Are Aliens Out There, Where Are They?,“ *Scientific American*, January 6, www.scientificamerican.com/article /if-there-are-aliens-out-there-where-are-they/.
Locke, J.L. 2010. *Eavesdropping: An Intimate History* (Oxford: Oxford University Press).
Loewenstein, G. 1994. „The Psychology of Curiosity: A Review and Reinterpretation“, *Psychological Bulletin*, 116(1), 75.
Loewenstein, G., Adler, D., Behrens, D. și Gilles, J. 1992. „Why Pandora Opened the Box: Curiosity Is a Desire for Missing Information“, Dept. of Social and Decision Sciences (Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University).
Lynn, D.E. et al. 2005. „Temperament and Character Profiles and the Dopamine D4 Receptor Gene in ADHD“, *American Journal of Psychiatry*, 162, 906.
MacCurdy, E. 1958. *The Notebooks of Leonardo da Vinci* (New York: George Braziller).
Manguel, A. 2015. *Curiosity* (New Haven, CT: Yale University Press).
McCrae, R.R. și John, O.P. 1992. „An Introduction to the Five-Factor Model and Its Applications“, *Journal of Personality*, 60(2), 175.
McCrink, K. și Spelke, E.S. 2016. „Non-Symbolic Division in Childhood“, *Journal of Experimental Child Psychology*, 142, 66.
McCrory, D. 2010. *Nature's Interpreter: The Life and Times of Alexander von Humboldt* (Cambridge, UK: Lutterworth Press).
McEvoy, P. și Plant, R. 2014. „Dementia Care: Using Empathic Curiosity to Establish the Common Ground That Is Necessary for Meaningful Communication“, *Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing*, 21, 477.
McGilvray, J. (ed.). 2005. *The Cambridge Companion to Chomsky* (Cambridge, UK: Cambridge University Press).
McMurrich, J.P. 1930. *Leonardo da Vinci, the Anatomist* (*1452–1519*) (Baltimore: Williams & Wilkins).
Mikulincer, M. 1997. „Adult Attachment Style and Information

Processing: Individual Differences in Curiosity and Cognitive Closure“, *Journal of Personality and Social Psychology*, 72(5), 1217.

Mirolli, M. şi Baldassarre, G. 2013. „Functions and Mechanisms of Intrinsic Motivations: The Knowledge versus Competence Distinction“, în *Intrinsically Motivated Learning in Natural and Artificial Systems*, ed. G. Baldassarre şi M. Morelli (Heidelberg: Springer).

Mlodinow, L. 2015. *The Upright Thinkers: The Human Journey from Living in Trees to Understanding the Cosmos* (New York: Pantheon).

Moro, A. 2008. *The Boundaries of Babel: The Brain and the Enigma of Impossible Languages*, trad. I. Caponigro şi D.B. Kane (Cambridge, MA: MIT Press).

Muentener, P., Bonawitz, E., Horowitz, A. şi Schulz, L. 2012. „Mind the Gap: Investigating Toddlers' Sensitivity to Contact Relations in Predictive Events“, *PLOS ONE*, 7(4), e34061.

Muniz, V. 2005. *Reflex: A Vik Muniz Primer* (New York: Aperture).

Murayama, K. şi Kuhbandner, C. 2011. „Money Enhances Memory Consolidation – But Only for Boring Material“, *Cognition*, 119, 120.

Nabokov, V. 1990. *Bend Sinister* (New York: Vintage International).

Neisser, V. (ed.). 1998. *The Rising Curve: Long-Term Gains in IQ and Related Measures* (Washington, DC: American Psychological Association).

Nuland, S.B. 2000. *Leonardo da Vinci: A Life* (New York: Viking).

Nunberg, H. 1961. *Curiosity* (New York: International Universities Press).

O'Connor, D.K. 2014. „Aristotle: Aesthetics“, în *Routledge Companion to Ancient Philosophy.* Ed. J. Warren şi F. Sheffield (New York: Routledge). p. 387.

Ollman, A. 2016. *Vik Muniz* (München: DelMonico Books).

Open Science Collaboration. 2015. „Estimating the Reproducibility of Psychological Science“, *Science*, 349, aac4716.

O'Shea, M. 2005. *The Brain: A Very Short Introduction* (Oxford: Oxford University Press).

Otero, C. (ed.). 1994. *Noam Chomsky: Critical Assessments*, volumele.

1–4 (London: Routledge).
Oudeyer, P.-Y. și Kaplan, F. 2007. „What Is Intrinsic Motivation? A Typology of Computational Approaches“, *Front. Neurobot.*, 1, 6.
Paloyelis, Y., Asherson, P., Mehta, M.A., Faraone, S.V. și Kuntsi, J. 2010. „DATI and COMT Effects on Delay Discounting and Trait Impulsivity in Male Adolescents with Attention Deficit/Hyperactivity Disorder and Healthy Controls“, *Neuropsychopharmacology*, 1.
Paloyelis, Y., Mehta, M.A., Faraone, S.V., Asherson, P. și Kuntsi, J. 2012. „Striatal Sensitivity during Reward Processing in Attention Deficit/Hyperactivity Disorder“, *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 51(7), 722.
Pedretti, C. 1957. *Leonardo da Vinci: Fragments at Windsor Castle from the Codex Atlanticus* (London: Phaidon).
Pedretti, C. 1964. *Leonardo da Vinci on Painting: A Lost Book* (*Libro A*) (Berkeley: University of California Press).
Pedretti, C. 2005. *Leonardo da Vinci* (Charlotte, NC: Taj Books International).
Peters, O. (ed.). 2014. *Degenerate Art: The Attack on Modern Art in Nazi Germany 1937* (München: Prestel).
Petrosky, T. 2003. „Obituaries: Ilya Pregogine“, *SIAM News*, 36(7), https://www.siam.org/pdf/news/352.pdf.
Pevsner, J. 2014. „Leonardo da Vinci, Neuroscientist“, *Scientific American: Mind*, 23(1), 48.
Pinker, S. 1994. *The Language Instinct: How the Mind Creates the Gift of Language* (New York: William Morrow).
Pinker, S. 1997. *How the Mind Works* (New York: Norton).
Piotrowski, J.T., Litman, J.A. și Valkinburg, P. 2014. „Measuring Epistemic Curiosity in Young Children“, *Infant and Child Development*, 23, 542.
Plomin, R. 1999. „Genetics and General Cognitive Ability“, *Nature*, 402 (6761 supl.), C25.
Plomin, R. et al. 2012. *Behavioral Genetics*, ediția a VI-a (London: Worth).
Povinelli, D.J. și Dunphy-Lelii, S. 2001. „Do Chimpanzees Seek Explanations? Preliminary Comparative Investigations“, *Can. J. Exp. Psychol.*, 55(2), 185.

Power, C. 2000, „Secret Language Use at Female Initiation: Bounding Gossiping Communities“, în *The Evolutionary Emergence of Language: Social Function and the Origins of Linguistic Form*, ed. C. Knight, M. Studdert-Kennedy și J.R. Hurford (Cambridge, UK: Cambridge University Press).

Randall, L. 2013. *Higgs Discovery: The Power of Empty Space* (New York: Harper Collins).

Randall, L. 2015. *Dark Matter and the Dinosaurs: The Astounding Interconnectedness of the Universe* (New York: Ecco).

Rappaport, R. 1999. *Ritual and Religion in the Making of Humanity* (Cambridge, UK: Cambridge University Press).

Redgrave, P. et al. 2008. „What Is Reinforced by Phasic Dopamine Signals?“, *Brain Res. Rev.*, 58, 322.

Rees, M. 2003. *Our Final Hour* (New York: Basic Books).

Reti, L. 1972. *The Library of Leonardo Da Vinci* (Pasadena, CA: Castle Press).

Richard, J.M. și Berridge, K.C. 2011. „Nucleus Accumbens Dopamine/Glutamate Interaction Switches Modes to Generate Desire versus Dread: D1 Alone for Appetitive Eating but D1 and D2 Together for Fear“, *Journal of Neuroscience*, 31(36) 12866.

Richter, I.A. (ed.). 1952. *The Notebooks of Leonardo da Vinci* (New York: Oxford University Press).

Richter, J.P. 1883. *The Literary Works of Leonardo da Vinci* (London: Simpson Low, Marston Searle & Rivington).

Richter, J.P. (ed.). 1970. *The Notebooks of Leonardo Da Vinci* (Mineola, NY: Dover).

Riesen, J.M. și Schnider, A. 2001. „Time Estimation in Parkinson's Disease: Normal Long Duration Estimation Despite Impaired Short Duration Discrimination“, *J. Neurol*, 248(1), 27.

Rigol, R.M. 1994. „Fairy Tales and Curiosity: Exploratory Behavior in Literature for Children or the Futile Attempt to Keep Girls from the Spindle“, în *Curiosity and Exploration*, ed. H. Keller, K. Schneider și B. Henderson (Berlin: Springer Verlag).

Risko, E.F., Anderson, N.C., Lanthier, S. și Kingstone, A. 2012. „Curious Eyes: Individual Differences in Personality Predict Eye Movement Behavior in Scene-Viewing“, *Cognition*, 122, 86.

Rossing, B.E. și Long, H.B. 1981. „Contributions of Curiosity and

Relevance to Adult Learning Motivation“, *Adult Education*, 32(1), 25.

Roth, G. și Dicke, U. 2005. „Evolution of the Brain and Intelligence“, *Trends in Cognitive Sciences*, 9(5), 250.

Ruggeri, A. și Lombrozo, T. 2015. „Children Adapt Their Questions to Achieve Efficient Search“, *Cognition*, 143, 203.

Ryan, R. și Deci, E. 2000. „Intrinsic and Extrinsic Motivation: Classical Definitions and New Directions“, *Contemp. Educ. Psychol.*, 25, 54.

Saab, B. J. et al. 2009. „NCS–1 in the Dentate Gyrus Promotes Exploration, Synaptic Plasticity, and Rapid Acquisition of Spatial Memory“. *Neuron*, 63(5), 643.

Schacter, D.L., Gilbert, D.T., Wegner, D.M., și Nock, M.K. 2014. *Psychology*, ediția a III-a (New York: Worth).

Schewe, P.F. 2013. *Maverick Genius: The Pioneering Odyssey of Freeman Dyson* (New York: Thomas Dunne Books).

Schilpp, P. (ed.). 1949. *Albert Einstein: Philosopher-Scientist* (Evanston, IL: Library of Living Philosophers).

Schulz, L. 2012. „The Origins of Inquiry: Inductive Inferences and Exploration in Early Childhood“, *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 382.

Schulz, L.E. și Bonawitz, E.B. 2007. „Serious Fun: Preschoolers Engage in More Exploratory Play When Evidence Is Confounded“, *Developmental Psychology*, 43(4), 1045.

Shohamy, D. și Adcock, R.A. 2010. „Dopamine and Adaptive Memory“, *Trends in Cognitive Sciences*, 14, 464.

Shutts, K. et al. 2011. „Race Preferences in Children: Insights from South Africa“, *Developmental Science*, 14:6, 1283.

Siegal, N. 2014. *The Anatomy Lesson* (New York: Nan A. Talese).

Silvia, P.J. 2006. *Exploring the Psychology of Interest* (Oxford: Oxford University Press).

Silvia, P.J. 2012. „Curiosity and Motivation“, în *The Oxford Handbook of Human Motivation*, ed. Richard M. Ryan (Oxford: Oxford University Press).

Singh, S. 1997. *Fermat's Enigma: The Epic Quest to Solve the World's Greatest Mathematical Problem* (New York: Walker).

Sluckin, W., Colman, A. M. și Hargreaves, D. J. 1980. „Liking Words

as a Function of the Experienced Frequency of Their Occurrence", *British Journal of Psychology*, 71, 163.
Spielberger, C.D. și Starr, L.M. 1994. „Curiosity and Exploratory Behavior", în *Motivation: Theory and Research*, ed. H.F. O'Neal Jr. și M. Drillings (Hillsdale, NJ: Erlbaum).
Stalnaker, T.A., Cooch, N.K. și Schoenbaum, G. 2015. „What the Orbitofrontal Cortex Does Not Do", *Nature Neuroscience*, 18, 620.
Stephens, J. 1912. *The Crock of Gold* (London: Macmillan), babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=mdp.39015031308953;view=1up;seq21.
Steudel-Numbers, K.L. 2006. „Energetics in Homo Erectus and Other Early Hominins: The Consequences of Increased Lower-Limb Length", *Journal of Human Evolution*, 51, 445.
Stringer, C. 2011. *The Origin of Our Species* (London: Allen Lane).
Sykes, C. (ed.). 1994. *No Ordinary Genius: The Illustrated Richard Feynman* (New York: Norton).
Tallerman, M. și Gibson, K.R. (ed.). 2012. *The Oxford Handbook of Language Evolution* (Oxford: Oxford University Press).
Tan, S.J. et al. 2014. „Plasmonic Color Palettes for Photorealistic Printing with Aluminum Nanostructures", *Nano Lett.*, 14(7), 4023.
Tavor, I. et al. 2016. „Task-Free MRI Predicts Individual Differences in Brain Activity During Task Performance", *Science*, 352(6282), 216.
Tomkins, S. 1998. *The Origins of Humankind, Social Biology Topics* (Cambridge, UK: Cambridge University Press).
Unger, R. 2004. *False Necessity: Anti-Necessitarian Social Theory in the Service of Radical Democracy*, ediție revăzută (London: Verso).
Van Arsdale, A.P. 2013. „Homo Erectus–A Bigger, Smarter, Faster Hominin Lineage", *Nature Education Knowledge*, 4(1), 2.
Van den Heuvel, M. P. et al. 2009. „Efficiency of Functional Brain Networks and Intellectual Performance", *Journal of Neuroscience*, 29(23), 7619.
van Veen, V., Cohen, J.D., Botvinick, M.M., Stenger, V.A., și Carter, C.S. 2001. „Anterior Cingulate Cortex, Conflict Monitoring, and Levels of Processing", *Neuroimage*, 14, 1302.
Vasari, G. 1986. *The Great Masters*, trad. Gaston Du C. de Vere (Fairfield, CT: Hugh Lauter Levin Associates).
von Humboldt, A. 1997. *Cosmos: A Sketch of the Physical Description*

of the Universe, trad. E. C. Otté, vol. 1 şi 2 (Baltimore: Johns Hopkins University Press).

Voss, J.L., Gonsalves, B.D., Federmeier, K.D., Tranel, D. şi Cohen, N.J. 2011. „Hippocampal Brain-Network Coordination During Volitional Exploratory Behavior Enhances Learning“, *Nature Neuroscience*, 14(1), 115.

Wang, L., Uhrig, L., Jarroya, B. şi Dehaene, S. 2015. „Representation of Numerical and Sequential Patterns in Macaque and Human Brains“, *Curr. Biol.*, 25(15), 1966.

Watts Smith, T. 2015. *The Book of Human Emotions: An Encyclopedia of Feeling from Anger to Wanderlust* (London: Profile Books).

White, M. 2000. *Leonardo: The First Scientist* (London: Little, Brown).

White, R.W. 1959. „Motivation Reconsidered: The Concept of Competence“, *Psychology Review*, 66(5), 297.

Wilczek, F. 2015. *A Beautiful Question: Finding Nature's Deep Design* (New York: Penguin Press).

Wills III, H. 1985. *Leonardo's Dessert: No Pi* (Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics).

Wilson, J.D. 1987. *A Reader's Guide to the Short Stories of Mark Twain* (Boston: G.K. Hall).

Wilson, T.D., Centerlar, D.B., Kermer, D.A. şi Gilbert, D.T. 2005. „The Pleasure of Uncertainty: Prolonging Positive Moods in Ways People Do Not Anticipate“, *Journal of Personality and Social Psychology*, 88(1), 5.

Winkler-Rhoades, N., Carey, S. şi Spelke, E.S. 2013. „Two-Year-Old Children Interpret Abstract, Purely Geometric Maps“, *Developmental Science*, 16, 365.

Wittman, B.C., Dolan, R.J. şi Düzel, E. 2011. „Behavioral Specifications of Reward-

Associated Long-Term Memory Enhancement in Humans“, *Learning and Memory*, 18, 296.

Wolfe, T. 1998. *A Man in Full* (New York: Farrar, Straus & Giroux).

Wood, A.C., Rijsdijk, F., Asherson, P. şi Kuntsi, J. 2011. „Inferring Causation from Cross-Sectional Data: Examination of the Causal Relationship Between Hyperactivity-Impulsivity and Novelty Seeking“, *Frontiers in Genetics*.

Wootton, D. 2015. *The Invention of Science: A New History of the Scientific Revolution* (New York: HarperCollins).

Wrangham, R.W. 2009. *Catching Fire: How Cooking Made Us Human* (New York: Basic Books).

Wundt, W.M. 1874. *Grundzüge der Physiologischen Psychologie* (Leipzig: Engelmann).

Yousafzai, M. şi Lamb, C. 2013. *I Am Malala: The Girl Who Stood Up for Education and Was Shot by the Taliban* (Boston: Little, Brown).

Zeldin, T. 1994. *An Intimate History of Humanity* (London: Sinclair-Stevenson).

Zhou, C., Wang, K., Fan, D., Wu, C., Lin, D., Lin, Y. şi Wang, E. 2015. „An Enzyme-Free and DNA-Based Feynman Gate for Logically Reversible Operation“, *Chem. Commun.* 28, 51(51); 10284.

Zöllner, F. 2007. *Leonardo da Vinci: The Complete Paintings and Drawings* (Köln: Taschen).

Zubov, V. P. 1968. *Leonardo da Vinci*, trad. D.H. Kraus (Cambridge, MA: Harvard University Press).

Zuckerman, M. 1984. „Sensation Seeking: A Comparative Approach to a Human Trait“, *Behavioral Brain Science*, 7, 413.

Zuckerman, M., Eysenck, S.B.G. şi Eysenck, H.J. 1978. „Sensation Seeking in England and America: Cross-Cultural, Age, and Sex Comparisons“, *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 46, 139.

Zuckerman, M. şi Litle, P. 1985. „Personality and Curiosity about Morbid and Sexual Events“, *Personality and Individual Differences*, 7(1), 49.

Zuss, M. 2012. *The Practice of Theoretical Curiosity* (Dordrecht: Springer).

Credit foto

Autorul şi editorul sunt recunoscători pentru permisiunea de a tipări următorul material:

Figura 1: H.A. Weaver, T.E. Smith, STScI, NASA/ESA.
Figura 2: De J. Bedke, STScI, NASA.
Figura 3: Deţinută de Muzeul Mauritshuis din Haga. Imaginea aparţine domeniului public.
Figura 4: De Hubble Space Telescope Comet Team şi NASA.
Figura 5: Pictură murală din sala de mese a mânăstirii Santa Maria delle Grazie din Milano. Imaginea aparţine domeniului public.
Figura 6: RCIN 912283. Cu permisiunea Royal Collection Trust/©Her Majesty Queen Elizabeth II 2016.
Figura 7: Din National Gallery of Art, Washington, D.C., Alisa Yellon Bruce Fund. Imaginea aparţine domeniului public.
Figura 8: Cu permisiunea Royal Collection Trust/©Her Majesty Queen Elizabeth II 2016.
Figura 9: În colecţia Tate Britain. Imaginea aparţine domeniului public.
Figura 10:De Joseph Weber. Reprodusă cu permisiunea Virginiei Trimble.
Figura 11: Pagină cu schiţe din caietul lui Feynman din 1985. În Feynman 1995b. Prin amabilitatea Museum Syndicate.
Figura 12: Din *Codex Atlanticus* de Leonardo da Vinci, de la Biblioteca Ambrosiana, Milano. Cu permisiunea Getty Images.
Figurile 13–16: De Paul Dippolito.
Figura 17: Prin amabilitatea lui Elizabeth Bonawitz.
Figura 18: De Paul Dippolito.
Figura 19: Din Jepma et al. 2012. Reprodusă cu permisiunea lui Marieke Jepma.
Figura 20: Din Herculano-Houzel 2009. Reprodusă cu permisiunea Suzanei Herculano-Houzel.
Figura 21: Scheletul lui „Lucy“ (AL 288–1), *Australopithecus*

afarensis, mulaj de la Muzeul Naţional de Istorie Naturală, Paris. Imaginea aparţine domeniului public.

Figura 22: Prin amabilitatea lui Katie Reisz.

Figura 23: O imagine a lui Richard Feynman aparţinând lui Vik Muniz. Cu permisiunea lui Vik Muniz.

Figura 24: Cea mai mică dintre cele două statui ale lui Buddha din Bamiyan, în 1977. Imaginea aparţine domeniului public.

Figura 25: Fotografie făcută de Yee Ming Tan în 2008.

S-au făcut eforturi, cu bună credinţă, pentru a contacta deţinătorii de copyright ai unor texte şi lucrări de artă cuprinse în această carte, dar în câteva cazuri autorul nu a reuşit să-i găsească. Aceşti deţinători de copyright sunt rugaţi să contacteze Simon & Schuster, 1230 Avenue of the Americas, New York, NY 10020.

În colecţia **Ştiinţă** au mai apărut

Sverker Johansson, *Zorii limbajului*
Gaia Vince, *Focul, limbajul, frumusețea, timpul: Cum au depășit oamenii legile firești ale evoluției*
Jim Al-Khalili, *Ce ne spune fizica despre lume*
Michael White, John Gribbin, *Stephen Hawking: O viață dedicată științei*
Robert Levine, *Geografia timpului: De ce timpul nu se măsoară la fel în toate culturile*
Carlo Rovelli, *Și dacă timpul n-ar exista?*
Antonio Damasio, *Strania ordine a lucrurilor: Viața, sentimentele și nașterea culturilor*
Pier Vincenzo Piazza, *Homo biologicus: Cum explică biologia natura umană*
Paul Davies, *Rețelele de informație și misterul vieții*
John D. Barrow, *1 + 1 nu face (întotdeauna) 2: O lecție de matematică*
Paul Nurse, *Ce este viața? Cinci mari idei ale biologiei*
Noreena Hertz, *Secolul singurătății: O pledoarie pentru relațiile interumane*
Frank Wilczek, *Fundamentele lumii fizice*
Alexandru Babeș, *Povestea creierului: În căutarea celui mai complicat obiect din univers*
Jim Baggott, *Masa: Încercarea de a înțelege materia, de la atomii grecilor la câmpurile cuantice*
Alexandru N. Stermin, *Călătorie în jurul omului*
William H. Calvin, *O scurtă istorie a minții: De la maimuțele antropoide la intelect și mai departe*
Marco Andreatta, *Forma lucrurilor: Alfabetul geometriei*
Jim Al-Khalili, *Găuri negre, găuri de vierme și călătoria în timp*
Alexis Willett, Jennifer Barnett, *De cât de mult creier avem cu adevărat nevoie? Metoda infailibilă ca să-ți folosești 100% inteligența*
David Whitehouse, *Călătorie spre centrul Pământului: Extraordinara expediție de explorare științifică în adâncurile lumii noastre*
Carlo Rovelli, *Helgoland: Cum să înțelegem teoria cuantică*
Michael Graziano, *Conștiința dintr-o nouă perspectivă: O teorie*

științifică a experienței subiective

Stephen Hawking, *Răspunsuri scurte la marile întrebări*

Adrian Bejan, *Fizica vieții: Evoluția pretutindeni*

David Eagleman, Anthony Brandt, *Specia rebelă: Despre creativitatea oamenilor și despre modul în care ea schimbă lumea*

Frans de Waal, *Mama. Ultima îmbrățișare: Ce ne spun emoțiile animalelor despre noi înșine*

Jim Al-Khalili (ed.), *Extratereștrii: Ce ne spune știința despre viața în univers*

Alexandru Toma Pătrașcu, *Povestiri despre epidemii și vaccinuri*

Oliver Sacks, *Fluviul conștiinței*

Sabine Hossenfelder, *Rătăciți printre formule: Cum îi derutează frumusețea pe fizicieni*

Hélène Courtois, *Călătorie pe valuri de galaxii: Laniakea, noua noastră adresă în Univers*

Silvana Condemi, François Savatier, *Sapiens: Cele mai recente descoperiri*

Bill Mesler, H. James Cleaves II, *Scurtă istorie a creației: Știința și căutarea originii vieții*

Manfred Spitzer, *Demența digitală: Cum ne tulbură mintea noile tehnologii*

Richard Muller, *Acum: Fizica timpului*

John Hands, *Cosmosapiens: Evoluția omului de la originile universului*

Alex Doppelgänger, *Pământul este plat! Cum să ne ferim de capcanele pseudoștiinței*

Pietro Greco, *Povestea numărului Π*

Scott Stossel, *Anxietatea: O poveste personală despre frică, speranță și căutarea liniștii interioare*

Frans de Waal, *Suntem îndeajuns de inteligenți pentru a înțelege inteligența animalelor?*

Stephen Hawking, *Găurile negre: Prelegerile Reith, BBC*

Carlo Rovelli, *Realitatea nu e ceea ce pare: Structura fundamentală a lucrurilor*

Max Tegmark, *Viața 3.0: Omul în epoca inteligenței artificiale*

Carlo Rovelli, *Ordinea timpului*

Jean-Michel Besnier, Laurent Alexandre, *Pot face roboții dragoste? 12 întrebări despre transumanism*

Edward O. Wilson, *Originile creativității umane*

Norbert Wiener, *Dumnezeu şi Golemul: Comentariu asupra câtorva probleme în care cibernetica intră în contradicţie cu religia*

Richard Dawkins, *Candelă de-o clipă-n întuneric: Viața mea în lumea științei*

Christine Kenneally, *Povestea secretă a speciei umane: Cum ne sunt modelate identitatea și viitorul de ADN și de istorie*

Paolo Zellini, *Matematica zeilor și algoritmii oamenilor*

Jim Baggott, *Origini: Povestea științifică a creației*

Lewis Dartnell, *Cunoașterea: Cum poate fi reclădită civilizația după un cataclism*

Jacob Bronowski, *Ascensiunea omului*

David Eagleman, *Creierul: Povestea noastră*

Kristian Marlow, Berit Brogaard, *Mintea supraumană: Sau despre genialitate ca însușire firească a creierului nostru*

Edward O. Wilson, *Sensul existenței umane*

Oliver Sacks, *Unchiul Tungsten: Amintiri dintr-o copilărie chimică*

Frans de Waal, *Bonobo și ateul: În căutarea umanismului printre primate*

Amir Alexander, *Infinitezimal: Cum a contribuit la făurirea lumii moderne o teorie matematică periculoasă*

Steven Weinberg, *Lumea explicată: Descoperirea științei moderne*

Vincent Deary, *Cum suntem: O psihologie a rutinei*

Alice Roberts, *Marea șansă a existenței: Evoluția și dezvoltarea omului*

Richard Dawkins, *Lumea ca un mare spectacol: Dovezile evoluției*

Carlo Rovelli, *Șapte scurte lecții de fizică*

Mario Livio, *Gafe strălucite: Greşeli colosale ale unor mari savanţi, care ne-au schimbat perspectiva asupra vieţii şi universului*

Freeman Dyson, *Originile vieții*

Oliver Sacks, *Halucinații*

Richard P. Feynman, *Sensul tuturor lucrurilor: Gândurile unui cetăţean şi om de ştiinţă*

David Eagleman, *Incognito: Viețile secrete ale creierului*

Antonio Damasio, *Sinele: Construirea creierului conştient*

Martin Bojowald, *Ce a fost înainte de Big Bang? O istorie întreagă a universului*

Douglas R. Hofstadter, *Gödel, Escher, Bach: Brilianta Ghirlandă*

Eternă

Jim Baggott, *Higgs: Inventarea și descoperirea „Particulei lui Dumnezeu“*

Thomas Metzinger, *Tunelul Eului: Știința minții și mitul sinelui*

Stephen Hawking, *Scurtă istorie a vieții mele*

Richard Dawkins, *O curiozitate fără margini: Cum am devenit om de știință*

Ian Stewart, *Dă oare Dumnezeu cu zarul? Noua matematică a haosului*

Michael Shermer, *De ce e Darwin important*

Paul J. Zak, *Molecula morală: Sursa iubirii şi a prosperităţii*

Oliver Sacks, *Ochiul minţii: Cum se vede lumea când vederea dă greş*

Stephen Hawking, *Teoria universală: Originea şi soarta Universului*

Andrew Solomon, *Demonul amiezii: O anatomie a depresiei*

Cédric Villani, *Teorema vie*

Edward O. Wilson, *Cucerirea socială a pământului*

Richard P. Feynman, *Vă ţineţi de glume, domnule Feynman! Aventurile unui personaj ciudat*

Leonard Mlodinow, *Subliminal: Cum ne determină inconştientul comportamentul*

Lawrence M. Krauss, *Omul cuantic: Biografia ştiinţifică a lui Richard Feynman*

Niels Bohr, *Teoria atomică şi descrierea naturii: Patru eseuri şi un studiu introductiv*

Oliver Sacks, *Un picior de sprijin*

Simon Singh, Edzard Ernst, *Adevărul despre medicina alternativă*

David Berlinski, *Unu, doi, trei: Matematica absolut elementară*

Oliver Sacks, *Văzând glasuri: O călătorie în lumea surzilor*

Daniel M. Wegner, *Iluzia voinţei conştiente*

Stephen Hawking, Leonard Mlodinow, *Marele plan*

Leonard Susskind, *Peisajul cosmic: Teoria corzilor şi iluzia unui plan inteligent*

Richard Dawkins, *Magia realităţii: De unde ştim care este de fapt adevărul*

Oliver Sacks, *Revenirea la viață*

Mario Livio, *Este Dumnezeu matematician?*

Ian Stewart, *Îmblânzirea infinitului: Povestea matematicii*

Roger Scruton, *Cultura modernă pe înţelesul oamenilor inteligenţi*
Keith Devlin, *Partida neterminată: Pascal, Fermat şi scrisoarea din secolul al XVII-lea care a creat lumea modernă*
Daniel J. Levitin, *Creierul nostru musical: Ştiinţa unei eterne obsesii*
Ian Stewart, *De ce frumuseţea este adevărul: O istorie a simetriei*